Lane Medical Library

Aus dem hygienischen Institut der Universität Marburg.

Formaldehyd als Desinfectionsmittel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

Hohen Medicinischen Facultät der Universität Marburg

vorgelegt von

Otto Hess,

appr. Arzt aus Marburg, z. Z. Assistenzarzt an der medic. Klinik zu Marburg.

29. Juli 1898.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1898.

Herrn Landesrat Dr. Gemmel
hochachtungsvoll der Verfasser

Aus dem hygienischen Institut der Universität Marburg.

Formaldehyd als Desinfectionsmittel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

Hohen Medicinischen Facultät der Universität Marburg

vorgelegt von

Otto Hess,

appr. Arzt aus Marburg, z. Z. Assistenzarzt an der medic. Klinik zu Marburg.

29. Juli 1898.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1898.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/formaldehydalsde0000otto

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Wohl kein Desinfectionsmittel der neueren Zeit hat soviel Interesse erregt und eine so grosse Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten hervorgerufen, wie der Formaldehyd. Seit der Entdeckung der antiseptischen Eigenschaften dieses Körpers im Jahre 1888 durch *Loew*[136]*) und *Trillat*[203]**) sind im folgenden Jahrzehnt Hunderte von Arbeiten erschienen, welche beweisen, dass sich der Formaldehyd als gutes Desinficiens, sowohl in Lösung als in Gasform, bewährt, dass er ferner als Conservierungs- und therapeutisches Mittel eine ausgedehnte Anwendung erfahren hat.

Da diese Arbeiten in den verschiedensten Zeitschriften, Dissertationen und Monographieen zerstreut sind und eine eingehende Sammlung***) derselben noch nicht vorliegt, soll es meine Aufgabe in dieser Dissertation sein, zunächst eine möglichst vollständige Übersicht über die Formaldehydlitteratur, soweit dieselbe mir zugänglich war, zu geben; sodann will ich über Desinfectionsversuche berichten, welche ich in den Monaten April und Mai des Jahres 1897 im Marburger hygienischen Institut mit dem *Trillat*'schen „Autoclaven zur Erzeugung von Formaldehyd" angestellt habe.

---

*) Litteraturangaben finden sich am Schlusse der Arbeit.

**) Die erste Arbeit von *Trillat* stammt aus dem Jahre 1892. (s. Nr. 203 des Litteraturverzeichnisses); er erwähnt jedoch in dieser, er habe schon im Jahre 1888 nachgewiesen, dass ein mit Formaldehyd versetzter Harn nicht fault.

***) Es finden sich Zusammenstellungen bei *Bardet*[12], *F. Blum*[21. 22], *I. Blum*[24], *Cohn*[46], *Dräer*[56], *Fayollat*[64], *Foley*[68], *Funck*[76], *Liebreich*[135], *Orloff*[156], *Pfuhl*[161], *Schmitt*[184], *Stahl*[190], *Trillat*[208], *Walter*[214. 215].

Vorerst jedoch sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor *Dr. E. Wernicke* meinem verbindlichsten Dank auszusprechen für die Anregung zu dieser Arbeit, die vielfache Unterstützung während derselben, sowie für die liebenswürdige Überlassung des Materiales des Instituts. — Auch Herrn *Dr. Arndt*, dem Assistenten des hygienischen Instituts, welcher mich bei meinen Versuchen oft mit Rat und That unterstüzt hat, danke ich an dieser Stelle vielmals.

Der Formaldehyd oder Methylaldehyd, CH^2O oder H.COH entsteht durch Oxydation des Methylalcohols $CH^3 \cdot OH$. Er lässt sich durch oxydierende Mittel in Ameisensäure, H.COOH — daher der Name Formaldehyd — überführen.

$CH^3 \cdot OH + O = H.COH + H^2O$. $\qquad$ $H.COH + O = H.COOH$.

Methylalcohol Formaldehyd Ameisensäure.

Da der Übergang in Ameisensäure sehr leicht erfolgt, besitzt der Formaldehyd reducierende Eigenschaften. — Mit einem reducierenden Körper (nasc. H) behandelt, geht der Formaldehyd wieder in Methylalcohol über.

Der Formaldehyd wurde im Jahre 1869 durch *A. W. Hofmann* entdeckt; dieser stellte ihn dadurch dar. dass er Luft durch ein Gefäss mit Methylalcohol trieb und das so erhaltene Gemenge von Luft und Alcoholdämpfen durch Berührung mit einer vorher zur Rotglut erhitzten Platinspirale flammenlos verbrannte; er erhielt auf diese Weise den Formaldehyd als farbloses, die Augen und Nase stark reizendes Gas. — Dieses Darstellungsverfahren wurde später durch *Hofmann* selbst, ferner *Loew*, *Tollens*, *Trillat* etc. vielfach modificiert; das Princip blieb dasselbe; doch es wurden andere Apparate construiert und statt Platin andere Oxydationsmittel (Kupfer, Coaks, Kohle) verwendet. Auf diese Weise gelang es, grössere Mengen Methylalcohol möglichst vollständig in Formaldehyd überzuführen und concentriertere Formaldehydlösungen (30—40%ige) zu erhalten.*)

*) Die in der Desinfectionspraxis zur Formaldehyderzeugung benutzten Apparate werden in der Arbeit berücksichtigt werden.

Kekulé stellte 1892 den Formaldehyd in flüssiger und fester Form her.

Die wichtigsten Eigenschaften des Formaldehyds sind folgende:*)

Formaldehyd reduciert, weil er sich leicht zu Ameisensäure oxydiert, ammoniakalische Silbersalze unter Bildung eines Silberspiegels beim Erwärmen, ferner Fehling'sche Lösung bei gewöhnlicher Temperatur.

Mit Ammoniak verbindet sich der Formaldehyd direct zu Hexamethylenamin.

$$6\,CH^2O + 4\,NH^3 = (CH^2)^6N^4 + 6\,H^2O$$

Hexamethylenamin.

Mit Anilinlösung giebt Formaldehyd einen weissen Niederschlag von Anhydroformaldehydanilin.

$$C^6H^5.NH^2 + CH^2O = C^6H^5.N.CH^2 + H^2O.$$

Anilin — Anhydroformaldehydanilin.

Wie alle Aldehyde, geht auch der Formaldehyd leicht in polymere Verbindungen über, seine Polymerisationsprodukte sind Paraformaldehyd $(H.COH)^n + H^2O$ und Trioxymethylen $(H.COH)^3$.

Der Paraformaldehyd (früher auch Trioxymethylen genannt) ist ein weisser wasserlöslicher Körper. Er bildet sich beim Eindampfen oder Verdunsten von concentrierten Formaldehydlösungen. Er geht beim Erhitzen mit Wasser auf 130° in Formaldehyd über. Paraformaldehyd wandelt sich beim Austrocknen oder beim Erhitzen mit einer Spur Schwefelsäure im zugeschmolzenen Rohr auf 120° in Trioxymethylen um; dieses ist krystallinisch, hat den specifischen Formaldehydgeruch und giebt beim Erhitzen Formaldehyddämpfe ab.

Verbinden sich Formaldehyd und Methylalcohol, wie es in wässerigen Formaldehydlösungen, welche mehr wie 1% Methylalcohol enthalten, vorkommt, so bildet sich (das Hypnoticum) Methylal oder Methylendimethyläther

$$CH^2O + 2\,CH^3.OH = CH^2 < \begin{matrix} OCH^3 \\ OCH^3 \end{matrix} + H^2O$$

Methylal

Wie wir später sehen werden, muss bei Desinfectionsversuchen mit Formaldehyd sowohl die Bildung des Paraformaldehyd

*) Eine genaue Übersicht über die chem. Eigensch. des F. giebt *Altschul*[4].

wie des Methylals vermieden werden; denn beide sind desinfectorisch unwirksam.

Alle übrigen Eigenschaften des Formaldehyds (seine Einwirkung auf Eiweiss, tierische Gewebe, Farben etc.) werden später besprochen werden.

Der qualitative Nachweis des Formaldehyds erfolgt nach *Trillat* [203. 204]

a) mit einer ammoniakalischen Silberlösung (Silberspiegel)

b) mit Anilinlösung (Anhydroformaldehydanilin);

der Nachweis im Harn durch das *Lebbin* [128 *])'sche Reagens oder nach *Aronson* [7] dadurch, dass ein solcher Harn eine durch schweflige Säure entfärbte Rosanilinlösung rotviolett färbt.

Die quantitative Bestimmung des Formaldehyds ist möglich

a) durch Titrieren mit Ammoniak **)

b) gewichtsanalytisch durch Überführen in Anhydroformaldehydanilin.

Der Formaldehyd kommt in den Handel in wässeriger Lösung unter den Namen „Formalin“ oder „Formol“. Dieses Präparat besteht für gewöhnlich aus einer 35—40 %igen farblosen stechend riechenden wässerigen Formaldehydlösung von neutraler oder schwachsauerer Reaction und einem spec. Gew. von 1,079—1,081. (Der Name Formalin und Formol wird auch bei niederen Concentrationen angewandt, so „½ %iges Formol“; „10 %iges Formalin“. — Formol oder Formalin an sich bedeutet eine 40 %ige Lösung).

Das Formalin kann aus den meisten grösseren chemischen Fabriken bezogen werden; ich nenne hier nur: Meister, Lucius und Brüning (Höchst a/M.), — Merck (Darmstadt), — Schering (Berlin); letztere Fabrik bringt das Formalin auch in Form von Pulvern und Pastillen in den Handel, sie lässt es von Kieselguhr aufsaugen und stellt so das Formalinpulver, welches 20 % Formaldehyd enthält, und die Formalinpastillen (Formalinsteine,

*) Wird das Lebbin'sche Reagens (1 T. NaOH, 2 T. H^2O, 0,5 % Resorcinum purum) mit dem gleichen Volum eines entfärbten formaldehydhaltigen Harns eine ½ Stunde gekocht, so entsteht eine rote Farbe.

**) Eine genaue Anleitung zu dieser Bestimmung findet sich in E. Schmidts „Ausführl. Lehrb. der pharmac. Chemie“, org. Teil, 3. Auflage, S. 286.

Formalith), welche 50% Formaldehyd enthalten, dar. — Aus Frankreich bezieht man das Formalin unter den Namen Formochlorol von der société anonyme des usines du Rhône à Lyon, als eine 40%ige Lösung, welche mit etwas Chlorcalcium (4—5%) versetzt ist. — Ferner findet sich der Formaldehyd als formaldehydum solutum im Arzneibuch für das deutsche Reich (3. August 1895, Nachtrag, Seite 7).

Der Kaufpreis für das Liter deutsches Formalin beträgt 3—4 Mk., für das französische Formochlorol 5 Fr.

Ehe ich mich zu den Arbeiten wende, welche den Formaldehyd als eigentliches Desinfectionsmittel behandeln, möchte ich einen kurzen Überblick über die Verwendung des Formaldehyds als Conservierungs- und therapeutisches Mittel geben; denn er verdankt diese Anwendung hauptsächlich seinen antiseptischen Eigenschaften.

I. Formaldehyd als Conservierungs- und Härtungsmittel.

Die ausgedehnte Anwendung des Formaldehyds als Härtungs- und Conservierungsmittel findet ihren Grund einmal darin, dass der Formaldehyd vermöge seiner antiseptischen Eigenschaften das Eindringen von Fäulniskeimen verhindert, ferner darin, dass er die Gewebe gerbt und lederartig macht, ohne ihre feinere Structur zu zerstören.

Nach *Trillat*[203] und *Berlioz-Trillat*[18] wird der Formaldehyd als Gas und aus seinen Lösungen gierig von tierischen Häuten und Geweben aufgesogen, dabei wird frische Haut gegerbt, sie quillt auf und wird lederartig: Die genannten Autoren leiteten durch eine Glasröhre, in welcher frische Fleischabfälle lagen, einen Luftstrom, der die Dämpfe aus einer 5%igen Formollösung mitnahm; der darauf in Anilinwasser geleitete Strom gab keine Formaldehydreaction. Eine ebenso vollständige Absorption der Formaldehyddämpfe fand statt, wenn Fleischabfälle in ein Gefäss mit Formollösung gelegt wurden.

Weitere Angaben über Gerbung und Härtung toten wie lebenden Gewebes macht die chemische Fabrik auf Actien (vorm. E. Schering [42]) und *Holfert-Flinzelberg* [100].

Nach *Loew* [136], *Sertz* [186], *Trillat* [203], *Roux-Trillat* [171] wird Eiweiss in seinen Lösungen, so auch in Blut, durchscheinend glasig coaguliert und unlöslich gemacht in Wasser und anderen Reagentien. — Gelatine wird ebenfalls unlöslich, auch bei 100°; doch bleibt sie durchsichtig (*Bardet* [12], *Geyner* [80], *Hauser* [94], *Nicolas* [148], *Sertz* [186], *Trillat* [203]). *Bardet* [12] weist auf die Wichtigkeit letzterer Thatsache für die Photographie hin: taucht man eine Bromsilbergelatineplatte für 1 Min. in eine 2%ige Formollösung, so trocknet sie in 2 Min. vor dem Feuer.

Nach *Loew* [136] giebt Formaldehyd mit Pepton einen flockigen Niederschlag. Nach *Sertz* [186] bleiben dagegen alle reinen Peptone (Fleischextracte etc.) löslich; er giebt an, dass man durch dies Verhalten der Peptone den Gelatinezusatz in Fleischextracten und Peptonen quantitativ bestimmen könne, da ja Gelatine durch Formaldehyd unlöslich wird.

Auf Grund der genannten Eigenschaften ist der Formaldehyd als Conservierungsmittel angewandt worden

1) von Harn.

Trillat [203] wies als der erste im Jahre 1888 nach, dass ein Harn, mit geringen Mengen von Formaldehyd versetzt, nicht fault.

Nach *Aronson* [6] bleiben 15 ccm Bouillon oder Harn nach Zusatz von 1 Tropfen einer 40%igen Formalinlösung (= 0,02 gr Formaldehyd) wochenlang im Brütschrank unzersetzt. — *Foley* [68] erzielte Sterilbleiben eines Harns durch Zusatz von 1/10 ccm einer 10%igen Formalinlösung zu 200 ccm Harn (Verhältnis von Formaldehyd zu Harn = 1:20 000).

Die Harnsedimente conservierten *Gumprecht* [91] und *Nebelthau* [147*]) mit kleinen Formaldehydmengen.

* *Nebelthau* fand dabei, dass harnsaures Natron durch Formaldehyd aufgelöst wird. Diese Eigenschaft des Formaldehyds ist für die Microscopie von Harnsedimenten, welche mit harnsaurem Natron ausgefallen sind, von grosser Bedeutung. — Harne von Diabetes schweren Grades gaben, mit Formaldehyd versetzt, eine grüne Fluorescenz.

2) von Bacteriennährböden.

Die Nährbouillon mit Formaldehyd zu conservieren, empfiehlt *F. Blum* [19]. *Trillat* [2,3] experimentierte mit 10 ccm Bouillon, die er offen bei 30° stehen liess: bei einem Formaldehydgehalt von 1:50000 fand sich eine bedeutende Hemmung der Zersetzung, bei 1:25000 blieb die Bouillon 4 Tage, bei 1:12000 mehrere Wochen lang unzersetzt. (Nach Trillat ist diese conservierende Wirkung des Formaldehyds stärker wie die des Sublimats, denn bei einem $HgCl^2$-Gehalt von 1:25000 trat unter gleichen Bedingungen nach 24 Stunden, bei 1:6000 nach 5—10 Tagen Zersetzung der Bouillon ein.) — Auch *Mariot* [142] giebt als untere Grenze einen Gehalt der Bouillon an Formaldehyd von von 1:50000 an, welcher dieselbe bei Contact mit der äusseren Luft bei 37° 48 Stunden lang steril erhält. — Nach *Foley* [68] genügt im Mittel eine Mischung von 1:20000.

Die Gelatine wird, wie oben erwähnt, durch Formaldehyd unlöslich und haltbar gemacht; darauf hin empfiehlt *Hauser* [94] die Formoldämpfe (Verdampfen von Fliesspapier oder Baumwolle aus) zur Conservierung von Bacterienculturen; die Culturen sollen dabei nicht die geringste Einbusse erleiden. — *Merkel* [143] bestätigt das Verfahren Hausers. — *Krückmann* [122] conserviert die Bacteriennährböden durch Aufgiessen von Formalin mit Zusatz von Sublimat oder reiner concentrierter Salpetersäure.

Agar mit Formalindämpfen zu conservieren, gelang *Mariot* [142] nicht. Er führt seinen Misserfolg darauf zurück, dass in festen Nährböden die Diffusion der Dämpfe unmöglich ist und dieselben deshalb keinen sterilisierenden Einfluss ausüben können; (analog der Thatsache, dass die Formoldämpfe auf feuchte Tierhäute sehr energisch, auf trockene fast gar nicht einwirken). Seine Versuchsanordnung war folgende: in einem mit Kautschukkappe verschlossenen Agarröhrchen, welches dem Brütofen bei 37° übergeben wurde, hing an einem den Wattepfropf durchbohrenden Metallfaden ein kleines mit 1/2 ccm Formol gefülltes Schälchen (Verdampfungsoberfläche = 1/2 qcm.).

3) von Nahrungsmitteln.

Rosenberg [168, 170] empfiehlt zur Conservierung von Nahrungsmitteln einen Überzug derselben von Formaldehydgelatine. —

Dazu bemerkt *Gottstein*[89. 90], dass auf diese Weise behandelte Nahrungsmittel für den Genuss vollkommen untauglich seien; sie vertrügen kein Kochen mehr und müssten mit dem Beil zerkleinert werden. — Ein unschädliches und nicht nachweisbares Conservierungsmittel soll das „Carnolin“ sein, eine schwach sauer reagierende wässerige Flüssigkeit von einem Formaldehydgehalt von 1,5 % und einem spec. Gewicht von 1,0035. — Eine Anweisung zur Conservierung der verschiedensten Nahrungsmittel mit Formaldehyd giebt die chemische Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering) in den ihren Präparaten beiliegenden Begleitschreiben.

Was die einzelnen Nahrungsmittel betrifft, so lässt sich Fleisch nach *Schmidt*[183] durch Eintauchen in eine 2,5 %ige Lösung des 40 %igen Formalins, nach *Trillat*[203] durch secundenlanges Hineintauchen in eine Formaldehydlösung von 1 : 500 conservieren. Nach *Elsner*[61] wird das Fleisch durch eine 0,2 %ige Formalinlösung gut conserviert, zeigt jedoch einen unangenehmen Geschmack; eine 0,1 %ige Lösung hinterlässt keinen Beigeschmack und erhält das Fleisch 5 Tage frisch. Kalbfleisch verdirbt eher wie Rindfleisch. Durch die Behandlung des Fleisches mit Formaldehyd, auch durch einen Überzug von Formaldehydgelatine wird die Oberfläche weissgrau verfärbt, das Innere bleibt rot (*Elsner*[61], *Iwanoff*[113]). — *Ehrlich*[60] fand ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Fleischsorten gegen Formaldehyd: Pferdefleisch, mit einer 8 %igen Lösung behandelt, bleibt zwar steril, ist aber ungeniessbar wegen seines Aussehens und seines Geruchs. Rindfleisch, kurz behandelt, ist geniessbar; doch wirkte bei den Versuchen Ehrlichs der Formaldehyd nur auf die untere Hälfte des Fleischstreifens ein, während die obere verfaulte. — Man hat in der Formaldehydbehandlung des Fleisches ein Mittel, Rind- und Pferdefleisch von einander zu unterscheiden; letzteres riecht nach 48 Stunden nach altem Gänsebraten. — Der üble Geruch in Fleischerläden ist nach *Holfert-Flinzelberg*[100] durch Abwaschen mit Formalin zu beseitigen.

Frisch geschlachtete Tauben, $^1/_4$ Stunde lang mit einer 0,2 %igen Formaldehydlösung behandelt, sind nach 9 Tagen noch geruchlos und, gekocht, von gutem Geschmack. — Für Fische ist 0,2—0,3 %ige Formaldehydlösung ein vorzügliches Conser-

vierungsmittel; es tritt keine Geschmacksveränderung ein (*Elsner*[61]).

Milch ist nach *Berlioz-Trillat*[18] und *Elsner*[61] leicht zu conservieren und zwar nach *Trillat*[203] und *Béchamp-Trillat*[14] durch Zusatz von sehr kleinen ansteigenden Dosen (0,0005—0,01 gr Formaldehyd auf 300 ccm Milch); doch nur abgerahmte Milch bleibt klar und ohne Bodensatz noch nach 6 Wochen. — *Rosenberg*[169] giebt an, dass rohe Milch durch Zusatz von 0,05 Formaldehyd sicher von pathogenen Keimen befreit wird und sich lange frisch erhält. Die Milchkeime bleiben am Leben. — Auch nach *Thomson*[198] eignet sich das Formalin zur Conservierung von Milchproben, besonders solcher, die erst nach einiger Zeit zur Untersuchung kommen. Thomson bemerkt jedoch, dass die Unschädlichkeit solcher Milch für den Organismus noch nicht erwiesen sei. — *Ehrlich*[60] hatte keine günstigen Resultate mit der Formalinbehandlung der Milch; die Milch bleibt zwar steril nach grösserem Formaldehydzusatz; doch ihr Geschmack ist so widerwärtig, dass diese Conservierungsmethode gar nicht zu brauchen ist. Ebenso spricht sich *Merkel*[144] dagegen aus: die Milch hält sich zwar gut 100 Stunden lang bei 25° nach einem Formaldehydzusatz von 1 : 5000 und zeigt keinen Geruch, während normale Milch schon nach 36 Stunden verdirbt; doch die Milch zeigt bedeutende Veränderungen: das Casein fällt dickflockig aus, ist von veränderter Beschaffenheit und hemmt dadurch die Verdauung. Auch *Weigle* und *Merkel*[216] berichten dasselbe Verhalten des Caseins und widerraten die Behandlung der Milch mit Formaldehyd.

Der Nachweis des Formaldehyds in der Milch erfolgt durch ammoniakalische Silberlösung (*Thomson*[198]): beim Stehen der Milch im Dunkeln entwickelt sich sodann eine schwarze Trübung resp. schwarzer Niederschlag, je nachdem der Formaldehydgehalt geringer oder grösser ist.

Wird Butter mit Formaldehyd versetzt, so nimmt ihr Säuregrad allmählich zu, unendlich langsam im Vergleich zu normaler Butter (*Merkel*[144]).

Erdbeeren verlieren durch Formaldehyd ihr Aroma (*Elsner*[61]).

Um Erbsen zu conservieren oder die eingetretene Fäulnis derselben zum Stillstand zu bringen, genügen nach *Cohn*[45] 0,2—0,5 %ige Formaldehydlösungen.

Weintrauben halten sich 4 Wochen an Form und Farbe unverändert bei einem Gehalt des Aufbewahrungswassers an 0,5 % Formaldehyd (*Cohn*[45]). Ein Versuch, Formol zur Vertilgung der Reblaus anzuwenden, misslang (Weinbörse 1897).

Auch zur Weinconservierung ist der Formaldehyd herangezogen worden (über seine Verwendung in der Kellerwirtschaft s. Allgemeine Weinzeitung 1896). Nach *Jablin-Gonnet*[104] und *Raczowski*[87] ist die Behandlung des Weins mit Formaldehyd unschädlich: der Wein zeigt keine Geschmacksveränderung auf Zusatz von 0,0005 gr pro Liter. Ebenso können Fruchtconserven mit 0,01 gr Formaldehyd auf 100 gr und Bier mit 0,001 gr pro l schadlos versetzt werden. — Nach *Tri lat*[203] wird der Wein auf Zusatz von 1 : 4000 Formaldehyd nicht sauer, doch völlig entfärbt: Extractivstoffe und natürliche Farben werden in der Kälte nach mehreren Tagen, unter Erwärmen in einigen Stunden niedergeschlagen; die von der Kohle sich ableitenden Farben werden nicht gefällt, sondern in andere farbige Substanzen umgewandelt; hierauf lässt sich nach Trillat eine Methode der Weinanalyse gründen.

Eine allgemeine Anerkennung hat der Formaldehyd, wie aus der citierten Litteratur hervorgeht, als Conservierungsmittel von Fleisch, Milch etc. nicht gefunden. So erstattet *Ludwig*[138] ein Gutachten, in welchem sich der oberste österreichische Sanitätsrat gegen den Formaldehyd ausspricht, weil die Unschädlichkeit desselben noch nicht erwiesen sei und sich die Reinheit der verwendeten Präparate später gar nicht controllieren lasse.

Über den Nachweis von Formaldehyd in Nahrungsmitteln s. *Jorissen*[112].

4) von Pflanzenteilen.

Pflanzen lassen sich nach *Bruns*[221], *Cohn*[45], *Penzig*[160], *Sadebeck*[174], *Wortmann*[221] etc. in Formaldehyd besser aufbewahren, wie in Alkohol: es tritt keine Schrumpfung ein; die Farbe bleibt unverändert.

5) von anatomischen Präparaten.

Macroscopische Präparate mit Formaldehyd zu conservieren, empfehlen unter anderen *Bergonzoli* [16] (das Präparat kommt für einige Stunden in eine 1/2—2 %ige Lösung), ferner *Kellikot* [114] und *Orth* [158]: Leichenteile sollen mit Formollösung abgespült und in Formoltücher eingehüllt, ganze Leichen mit Alcohol, dem Formalin zugesetzt ist, ausgespritzt werden. Auch im hiesigen anatomischen und pathologischen Institut werden die Leichen in ähnlicher Weise conserviert.

Ganz besonders gut hat sich die Behandlung microscopischer Präparate mit Formaldehyd bewährt. *F. Blum* und *J. Blum* [19–24] geben an, dass die Gewebe durch Formaldehyd aus ihrem weichen Aggregatzustand in eine wesentlich resistentere, härtere Modification übergeführt werden. Die Härtung erfolgt rascher als in Alcohol, sodass die Präparate schnell schnittfähig werden; die Herstellung ist billig. Die Färbbarkeit der Gewebe leidet nicht; die Hornhaut z. B. bleibt durchsichtig, da das Mucin nicht gefällt wird.

Weitere Angaben finden sich bei *Bergonzoli* [16], *Cullen* [48], *Gerota* [83], *Herrmann* [96], *Hoyer* [103], *Kopsch* [117], *Lachi* [123], *Parker-Floyd* [159], *Plenge* [163], *Reimar* [166], *Solger* [189].

Zur Härtung des Gehirns empfehlen den Formaldehyd *Marcus* [140], *Orth* [158] und *Fish* [65] (letzterer mit Zusatz von Chlornatrium, Zinkchlorid, Kalium bichromat. und Müller-Osmiumsäure); zur Conservierung des Rückenmarks *Krauss* [120]; der Augen *Leber* [129] (es findet Härtung ohne Schrumpfung statt durch Coagulierung ohne Wasserentziehung). — *Flemming* [66] befürwortet eine Combination von Formaldehyd und Alcohol; *Lavdowsky* [127] von Formaldehyd, Alcohol und Eisessig; *Jores* [111], *Fish* [65] von Formaldehyd und Salzen (Na-Salze etc.); *Orth* [158] von Formaldehyd und Müller'scher Flüssigkeit (10 : 100) besonders zur Härtung von Gehirnen; er schliesst auch Präparate in Formaldehydgelatine ein. *Strong* [195] verwendet den Formaldehyd bei der Golgi'schen Methode, *Durig* [58] bei der Ramon y Cayal'schen Methode. — *Gage* [77] benutzt den Formaldehyd zur Maceration, *Ohlmacher* [152] zur Beizung.

6) von Augenwässern.

Olivier[154] und *Valude*[211] geben an, dass Atropin- und Eserinlösungen mit Formaldehydzusatz (1 F. auf 2000 Lösung) sich länger als einen Monat halten und das Auge nicht reizen.

II. Formaldehyd als therapeutisches Mittel.

Es ist sehr bemerkenswert, dass die Formaldehyddämpfe, welche, wie wir später sehen werden, für Bacterien ein starkes Gift sind, höheren Tieren sehr wenig schaden. Dies wurde nachgewiesen durch *Aronson*[6], *F. Blum*[19], *Galibert*[78], *Liebreich*[135], *Möller*[116], *Pfuhl*[161], *Roux et Trillat*[171], *Trillat*[203] und andere. Diese Autoren liessen bei ihren Desinfectionsversuchen Meerschweinchen und Mäuse mehrere Stunden in der mit Formaldehyddämpfen gesättigten Luft verbringen, ohne an denselben irgendwelche Vergiftungserscheinungen zu bemerken. Erst dann, wenn die Formaldehyddämpfe sehr lange Zeit und in starker Concentration eingeatmet werden, tritt Giftwirkung ein: so stirbt nach *Berlioz-Trillat*[18] ein Meerschweinchen, in einer Kiste den Dämpfen einer 40 %igen Formollösung ausgesetzt, nach 3 Tagen; ein anderes, welches 16 Stunden lang Formaldehyddämpfe einatmete, die durch einen Luftstrom aus einer 5 %igen Lösung entwickelt wurden, starb am 3. Tage.

Experimentiert man irgendwie mit Formaldehyddämpfen, so macht sich die starke Reizwirkung der Dämpfe auf die Schleimhäute der Augen und des Respirationstractus bemerklich; deshalb ist es für den Menschen unmöglich, auch nur für kurze Zeit in einem Raume zu verweilen, welcher grössere Mengen dieser Dämpfe enthält. *Englund* und *Nils*[62] empfehlen daher für den Aufenthalt in solchen Räumen zum Schutz für die Augen abschliessende Brillen, für die Respirationsorgane Baumwollmasken; *Pfuhl*[161] empfiehlt einen mit Alcohol getränkten Schwamm vor die Nase zu halten, *Trillat*[206] eine Kautschukmaske mit Luftrohr (analog den Tauchern).

Die Dämpfe lassen sich leicht durch eine ausgiebige Lüftung entfernen; sehr schnell verschwinden sie, wenn man Ammoniak im Zimmer verstäubt oder in flachen Schalen aufstellt (es bildet

sich Hexamethylenamin); s. *Bardet*[13], *Gerson*[84], *Lehmann*[132], *Miquel*[145], *Pfuhl*[161], *Roux-Trillat*[171], *Trillat*[208], *Zwiback*[223].

Formaldehyd in Lösung, auf Schleimhäute gebracht, erzeugt Schmerzen und ätzt. Bei Gurgelungen mit einer 1 %igen Lösung tritt bereits Ätzwirkung auf (*Gegner*[80]). — Formolklystiere sind sehr schmerzhaft (*Berlioz*[17]).

Bringt man Formaldehyd auf die äussere Haut, so entsteht ein Ekzem, das stark juckt und brennt. (*Englund* und *Nils*[62] empfehlen deshalb beim Experimentieren mit Formaldehyd die Hände durch Handschuhe oder Vaselineeinreibungen zu schützen.) Concentriertere Lösungen erzeugen Blasen, bewirken Necrose der Epidermis, verätzen das Intercellulargewebe (ähnlich wie ein Causticum) und zerstören schliesslich die roten Blutkörperchen (*Brusset*[30], *Schmitt*[184]). *Walter*[214] empfiehlt wegen dieser Eigenschaften das Formol als Ätzmittel. Man ist imstande, mit Formalinlösung hängende Lipome durch schmerzlose Necrotisierung zu entfernen (*Holfert-Flinzelberg*[100]). Die tägliche Bepinselung eines Rattenschwanzes oder Kaninchenohrs mit Formol erzeugt am 7. Tag Necrose (*Gegner*[80]).

Subcutane und intramusculäre Injectionen von Formaldehydlösung, Formaldehydöl oder Formaldehydvaselineemulsionen sind schmerzhaft und verursachen Abscesse (*Berlioz*[17], *Pottevin*[165]).

Die tötliche subcutan applicierte Formaldehyddosis beträgt nach *Zuntz-Aronson*[6] für ein Kaninchen 0,24 gr pro kg Tier; das Tier stirbt unter Krämpfen. Nach *Berlioz-Trillat*[18] verträgt ein Meerschweinchen subcutan 0,53—0,66 gr Formaldehyd pro Kilo und stirbt sofort nach einer Dosis von 0,8 gr. Nach *de Buck* et *Vanderlinden*[33] ist die tötliche subcutane Dosis für das Kaninchen 1—1½ ccm einer 40 %igen Formalinlösung = 0,4—0,6 gr Formaldehyd pro Kilo; ein Hund stirbt in 24 Stunden auf eine Dosis von 0,4 gr Formaldehyd. Der Kaltblüter ist viel empfindlicher; so stirbt ein Frosch auf 0,002 gr Formalin = 0,0008 gr Formaldehyd subcutan.

Auch intravenös eingeführt zeigt der Formaldehyd keine grosse Giftigkeit. So vertrug nach *Pottevin*[165] ein Kaninchen von 1900 gr Gewicht 4 Tage hintereinander je eine intravenöse Injection von 2 gr eines 2 %igen Formols = 4 × 0,04 gr Formal-

dehyd pro Kilo. *Trillat*[203] erzielte beim Kaninchen durch eine intravenöse Dosis 0,038 gr pro Kilo ebenfalls keine Wirkung. Nach *Berlioz-Trillat*[18] ist tötlich pro Kilo für den Hund 0,07, das Kaninchen 0,09 gr Formaldehyd. Nach *de Buck* et *Vanderlinden*[33] schwankt die tötliche Dosis bei intravenöser Application in ziemlich weiten Grenzen. Der Tod tritt durch Respirationslähmung ein.

Tötliche Formaldehyddosis.

Subcutan:

für das Kaninchen	0,24 gr pro Kilo	(*Zuntz-Aronson*)
„	0,4—06 „ „ „	(*de Buck* et *Vanderlinden*)
Meerschweinchen	0,8 „ „ „	(*Berlioz-Trillat*)
Hund	0,4 „ in 24 Std.	(*de Buck* et *Vanderlinden*)
Frosch	0,0008 „	(„ „)

Intravenös:

für das Kaninchen	0,09 gr pro Kilo	(*Berlioz-Trillat*)
Hund	0,07 „ „ „	(„ „)

Per os eingeführt scheint der Formaldehyd, abgesehen von seiner Ätzwirkung, ziemlich unschädlich zu sein. So verträgt nach *F. Blum*[19] ein kräftiges Kaninchen von 1½ kg Gewicht 0,6—1,2 gr Formaldehyd. — *Rosenberg*[168. 169] nahm von dem „Sterisol", einem von ihm hergestellten Präparat (= einer mit Formaldehyd gesättigten Milchzuckerlösung) pro die 4 × 4—15 ccm = 4 × 0.015—0,06 gr Formaldehyd 6 Wochen lang ohne schädliche Wirkung. Ein Kaninchen vertrug von Sterisol 4 × täglich 4 ccm = 4 × 0,015 gr Formaldehyd. Ähnliche Resultate hatte *Rosenberg* mit seinem „Steriform" (= geschmack- und geruchloses Pulver, bestehend aus Milchzucker mit 5 % Formaldehyd).

Nach *Richter*[167] wirkt 0,1 gr Formaldehyd innerlich wie Antifebrin, äusserlich wie Cocain.

Der Formaldehyd geht unverändert in den Harn über (*Aronson*[6], *Rosenberg*[169], *Trillat*[203]). *Rosenberg*[168] giebt an, dass der Formaldehyd etwa 4 Tage im Blute verweile, sich schon nach 1 Min. im Harne nachweisen lasse und denselben für einige Zeit steril erhalte, so dass Typhusbacillen in ihm zu Grunde gehen. Nach *F. Blum*[19] dagegen geht der Formaldehyd nicht unverändert in den Harn über.

Auch das Trioxymethylen $(H.COH)^3$ ist nach *Aronson*[7] wenig giftig und könnte in ziemlich grosser Menge zur Desinfection des Darmes eingeführt werden, wenn es keine zu starke Reizwirkung besässe. Pillen von Trioxymethylen stören den Appetit und erregen Erbrechen. (*Berlioz*[17]).

Aus der beschriebenen Einwirkung des Formaldehydes auf den Organismus geht schon hervor, dass der Formaldehyd viel zu reizend wirkt*), um in ausgedehnterer Weise innerlich angewandt zu werden, dass er jedoch vermöge seiner antiseptischen und adstringierenden Eigenschaften als äusseres Mittel wohl verwendet werden kann. So hat er folgende Anwendung in der Therapie gefunden:

In der Augenheilkunde wird der Formaldehyd empfohlen gegen Ophthalmoblennorrhoe, Coniunctivitis, ulcera corneae, Dacryocystitis, eitrige Ophthalmie etc. von *Badol-Oliver*[11], *Barabaschew*[10], *Belt*[15], *Dahrenstaedt*[50], *Fromagel*[75], *Gepner*[82], *Jean*[108], *Lavagna*[126], *Olivier*[154], *Stephenson-Davidson*[192], *Valude-Dubief-Amblard*[211] etc.

Bei Krankheiten der Urogenitalorgane wie Cystitis, Gonorrhoe, Condylomen, ulcus molle wird der Formaldehyd angewandt von *Brusset*[30], *Claisse*[43], *Frank*[70], *Frank-Lassar-Unna*[73], *Gaylord*[79], *Howland*[102], *Janet-Bouffard*[107], *Lamarque*[124], *Noguès*[151], *Orloff*[157], *Schäffer*[178], *v. Winckel*[220].

In der Zahnheilkunde leistet der Formaldehyd gute Dienste nach *Marion*[141] und *Lebkowski*[130]. Er wurde weiter angewandt bei herpes tonsurans durch *Salter*[175], bei Schweissfuss durch *Adler*[2] und *Orth*[158], gegen Mückenstiche von *Gonin*[86], bei Nasenkrankheiten von *Heim*[95]. (Das Taschentuch als Hauptinfectionsträger soll durch 5 ccm Formalin sterilisiert werden).

Als Inhalationsmittel bei Diphtherie, Angina, Schnupfen, Bronchialkatarrh, Keuchhusten benutzten den Formaldehyd mit Erfolg *Alleger*[3] (Spray von 1:500 — denn ein Spray von 1:2000

*) Wegen der starken allgemeinen und localen Reizwirkung des Formaldehyds hält es *Pohl*[164] für ausgeschlossen, dass sich, wie man annahm, im Organismus erheblichere Mengen von Formaldehyd durch Oxydation eingeführten Methylalcohols bilden könnten.

tötet schon die Diphteriebacillen —, daneben örtliche Anwendung von 1—2 %igen Lösung), ferner *Berlioz-Trillat*[18] (Luftstrom, welcher durch eine 5 %ige Lösung geschickt wird) und *Stavenhagen-Hinman*[191]. Nach *Berlioz*[17] verschwindet Heiserkeit und catarrhalische Secretion in wenigen Stunden. *Rosenberg*[168] empfiehlt zur Behandlung des Keuchhustens die Formaldehyddämpfe, welche sich aus seinem „Holzin“ (einer Lösung von Formaldehyd und Menthol) mit Hülfe eines später zu besprechenden Apparates entwickeln. Gegen Phthise wird der Formaldehyd als Inhalationsmittel gebraucht von *Crotte*[47], *Lanceraux*[125] und *Berlioz*[17]; die Menge und eitrige Beschaffenheit des Sputums wird angeblich bald vermindert. — Über die Benutzung des Formols als Mundwasser s. Pharm. Centralhalle 1895, S. 19.

Um bei innerer Anwendung des Formaldehydes die Reizwirkung zu vermindern, empfehlen *Weyland* und *Sahli*[218] Formaldehyddünndarmkapseln.

Zur Tilgung der Maul- und Klauenseuche kann der Formaldehyd verwandt werden nach *Rühmekorf*[172], *Dieudonné*[58] und *Heydt*[97].

Über die Verwertung des Formaldehyds in der Chirurgie sind die Ansichten geteilt. *Mariot*[142] empfiehlt den Formaldehyd zu Occlusivverbänden: die Wunde wird zunächst mit Sublimat, dann mit Formollösung gewaschen und mit Formolcompressen bedeckt; die direct mit der Wunde in Berührung kommenden Compressen sind in schwache, die anderen in stärkere Formollösung getaucht. — *Trétrop*[201] wendet Formaldehydlösung (auf 1000 T. aq. dest. 2 T. des 40 %igen Form.) gegen alle möglichen Eiterungen zur Beschleunigung der Granulations- und Narbenbildung an. — *Le Dentu*[51] benutzt den Formaldehyd zu Waschungen und feuchten Verbänden inficierter Wunden. — Nach *de Buck* et *Vanderlinden*[33] ist die 10 %ige Formollösung gut in der Chirurgie zu brauchen: denn die Haut wird in dieser Concentration nicht angegriffen, eine Absorption ist nicht zu fürchten und ausserdem ziemlich schadlos.

Gegen die Anwendung des Formaldehyds in der Chirurgie und Geburtshilfe — wegen seiner necrotisierenden und ätzenden

Wirkung, seines unangenehmen Geruchs*), teils auch seiner ungenügenden, zu langsamen Wirkung — sprechen sich aus *Ascoli*[9], *Bardet*[12], *Berlioz*[17], *F. Blum*[19], *Vanderlinden* et *de Buck*[33], *Schmitt*[184].

Von den zahlreichen Formaldehydpräparaten, welche therapeutisch verwertet worden sind, möchte ich nennen:

„Glutol" (Schleich) = Formaldehydgelatinepulver, von Hausmann „Collaform" genannt, wird zur Wundbehandlung verwandt. Über die Anwendung beim Menschen berichten *Foote* — *de Garmo*[69], *Jess*[109], *Saalfeld*[173], *Schleich*[182], *Thomalla*[197], — in der Tierheilkunde: *Tiburtius* — *Wagenheuser-Wagner*[199], *Schuemacher*[185] etc.

„Amyloform" = Formaldehydstärkemehl, dient ebenfalls zur Wundbehandlung nach *Classen*[44], *Longard-Beaucamp*[137], *Krabbel*[118], *Schleich*[182].

Ebenso das „Formaldehydcasein" nach *Bohl*[25].

Der Formaldehyd ist ferner combiniert worden mit Chinagerbsäure = „Chinoform" und Tannin = „Tannoform". Letzteres wird gegen Ulcus cruris, Ulcus molle, Intertrigo, Eccem, Favus, Enteritis, Cystitis etc. angewandt nach *de Buck* et *de Moor*[32], *Eberson*[59], *Frank*[72], *Hoff*[98].

Als Verbindung von Antipyrin und Formaldehyd wurde das „Formopyrin" dargestellt (*Marcourt*[139]). — Das „Urotropin" ($F. + NH^3$) hat sich bei Cystitis und Gicht bewährt. S. *J. Cohn*[46a]).

Mit dem „Steriform" (Milchzucker mit Formaldehyd s.S. 18), innerlich verabreicht, erzielte *Rosenberg*[169] gute Erfolge bei Tuberculose, Erysipel, Diphtherie, auch bei der Maul- und Klauenseuche. Nach *Burghardt* und *Karewsky*[36] dagegen ist dieses Mittel durchaus erfolglos.

III. Formaldehyd als Desinfectionsmittel.

Als eigentliches Desinfectionsmittel ist der Formaldehyd mit weit grösserem Erfolge angewandt worden, wie in der Therapie und als Conservierungsmittel. Die desinfectorische Kraft der Formaldehydlösung wurde, wie erwähnt, durch *Loew*[136] und

*) Der Geruch soll sich durch einen 20 %igen Zusatz von Eucalyptustinctur verdecken lassen. (Pharm. Centralhalle 1897, S. 860.)

Trillat[203]*) im Jahre 1888 entdeckt; dass die Formaldehyddämpfe noch viel grössere keimtötende Eigenschaften besitzen, wiesen zuerst *Buchner* und *Segall*[31] im Jahre 1889 nach.

Die Anwendung des Formaldehyds als Flüssigkeit und als Gas in der Desinfectionspraxis soll getrennt besprochen werden.

A. Anwendung des Formaldehyd in Lösung.

Die Fähigkeit des Formaldehyd, die Fäulnis zu verhindern, welche Eigenschaft ihn zum Conservierungsmittel tauglich macht, ist S. 9 ff. besprochen worden. Doch nicht nur auf Fäulnisbacterien, sondern auch auf sonstige, spec. pathogene Microorganismen übt die Formaldehydlösung einen starken entwicklungshemmenden Einfluss aus.

So verhindert nach *Slater* and *Rideal*[188] ein Zusatz von Formaldehyd zur Bouillon das Wachstum der Bacterien in folgenden Concentrationen:

Staph. pyog. aur.:	1 : 5000.	Typhus:	1 : 15000.
Bact. coli com.:	1 : 7000.	Milzbrand:	1 : 15000.
Pyocyaneus:	1 : 7000.	Cholera:	1 : 20000.
Rotz:	1 : 20000.		
Prodigiosus:	1 : 20000.		
Bac. lacteus:	1 : 20000.		
„ butyricus:	1 : 20000.		

Nach *Trillat*[203] wächst Milzbrand bei 1 : 25000 nicht mehr; nach *Leroy des Barres*[133] dagegen zeigt derselbe bei 1 : 10000 noch ein minimales Wachstum. — Nach *Schmitt*[184] ist 1 : 20000 für Staphylococcen, Strept., b. coli, b. Eberth. b. pyocyaneus wachstumshemmend. — *Loew*[136] und *Walter*[214] geben an, dass eine Concentration von 1 : 10000 jedes Wachstum unmöglich mache für Milzbrand, Typhus, Cholera, Diphtherie, Staph. pyog. — *Aronson*[6] berichtet, dass Typhus, Milzbrand, Staph. pyog. aur. bei 1 : 20000 nicht wachsen, bei 1 : 40000 ein abgeschwächtes Wachstum zeigen (während 1 : 80000 keine sichere Einwirkung hat).

Nach *Schild*[180, 181] wächst der Typhusbacillus nicht mehr in einer Formalinbouillon von 1 : 13000; bact. coli entwickelt

*) S. Anmerkung 2, S. 5.

sich noch gut in 1:4000, die Wasserbacterien in 1:6000; hierauf gründet Schild eine Differentialdiagnose zwischen Typhus und typhusähnlichen Bacterien.*)

Nach *Potterin*[165] schwanken die entwicklungshemmenden Eigenschaften des Formols in gewissen Grenzen, je nach der Menge der Keime, auf die eingewirkt werden soll. Eine Entwicklungshemmung tritt im allgemeinen schon bei 69—161 mgr Formaldehyd pro Liter ein (= 1:6250—14300). — *Trillat*[203] setzte zu 10 ccm Bouillon 10 Tropfen Speichel; es zeigte sich eine Verlangsamung des Wachstums der Speichelbacterien bei einem Formaldehydgehalt von 1:50000, eine völlige Hemmung bei 1:30000; die Bacterien des Kanalwassers (in 1 ccm 1800000 Bacterien) wachsen nicht bei 1:20000. — *Cohn*[46] giebt eine Formaldehydmenge von 1:10000 bis 1:80000 an, um in gekochtem oder ungekochtem Heuinfus die Entwicklung der Keime zu hemmen. — *F. Blum*[19] hemmte die Fäulnis und die Fortentwicklung von Pilzen durch eine Formaldehydconcentration von 1:5000.**)

*) Schild benutzt eine Formalinbouillon von 1:7000. Mit Dejectionen versetzt, bedeutet Klarbleiben derselben: Typhus, — Trübung: Bact. coli; mit Trinkwasser versetzt Trübung: nicht Typhus, — Klarbleiben: ist uncharakteristisch. — Nach *Abel*[1] dagegen wächst der Typhusbacillus auch noch bei einem höheren Formalingehalt wie 1:7000, doch verspätet. Immerhin wächst das B. coli in gleichem Formalingehalt üppiger; dieser Umstand liesse sich vielleicht zur Differentialdiagnose benutzen. Die übrigen typhusähnlichen Bacterien verhalten sich teils gerade so wie Typhus, teils werden sie früher abgetötet (i. Gegensatz zu Schild).

**) Auch die höheren Pflanzen verlieren unter dem Einfluss des Formaldehyd ihre Keimfähigkeit, so Algen nach *Loew*[136] durch eine ½ ‰ige Lösung, ferner Getreidesamen, wenn er einige Zeit den Dämpfen einer 10 %igen Formollösung ausgesetzt wird (*Gottstein* und *Kuch*[88]). Man kann auf diese Weise nach Gottstein in der Praxis das Auskeimen von Getreide in Speichern, Schiffen etc. vermeiden. Nach *Geuther*[85] nimmt eine ¹/₁₀ %ige Formollösung den Ustilago(Getreidebrand-)sporen, nicht aber dem Getreide die Keimfähigkeit; Geuther empfiehlt deshalb, das Kupfersulfat durch Formaldehyd zu ersetzen. — Nach *Bokorny*[26] können Spirogyren bei 1:50000 einige Tage am Leben bleiben, bei stärkeren Concentrationen sterben sie bald. — Wie die Spaltpilze, so werden auch die Sprosspilze in ihrer Keimfähigkeit durch den Formaldehyd beeinträchtigt, doch erst durch

Die stärkste Verdünnung benutzte *Rosenberg*[169]; er fand schon eine Entwicklungshemmung bei 1 : 100000 (bei Verwendung seines Holzins und Sterisols).

Das Trioxymethylen soll nach *Aronson*[7] die Entwicklung der Typhusbacillen in Bouillon nach Zusatz von 1 : 10000 bis 1 : 50000 hemmen.

Zur wirklichen Abtötung der Bacterien dagegen sind im allgemeinen viel grössere Formaldehydmengen notwendig.

So tötete *Trillat*[203] die Bacterien des Speichels wie die der Kanalwässer durch einen Contact mit einer Formaldehydlösung von 1 : 1000 in ca. 2 Stunden. *Gegner*[80] fand, dass mit faulendem Blut eingeriebene oder mit Staph. pyog. inficierte Gelatineplatten durch 1 Min. langes Einwirken von 0.6—2.5 %igem Formalin sterilisiert werden. *Walter*[214] tötete Reinculturen pathogener Keime mit 1 %igen Formaldehydlösungen in 1 Stunde ab; eine viel intensivere Wirkung erzielte er mit verdünnten alcoholischen Formaldehydlösungen. Nach *Slater* and *Rideal*[188] werden, an Seidenfäden angetrocknet, abgetötet

durch eine 1 %ige Lösung:		durch eine 1‰ige Lösung:	
Staph. alb.:	in 55 Min.	Staph. alb.:	in 24 Stunden.
Typhus:	„ 45 „	Typhus:	„ 24 „
B. coli:	„ 35 „	B. coli:	„ 24 „
Milzbrandbac.:	„ weniger als 15 Min.	Rotz:	„ 12 „
Cholera:	„ „ „ „ „	Cholera:	„ 2 „
		Milzbrandbac.:	„ 30 Minuten.

Tuberkelbacillen, in Sputum an Holz angetrocknet, werden nach den Untersuchungen von *Oemichen*[153] durch eine 1 %ige Formaldehydlösung in 15 Min. abgetötet, Milzbrandbacillen im Blut nach *Wernicke* durch eine ¼ %ige Lösung in 24 Stunden. Diphtherieröhrchen werden, wie *Aronson*[6] angiebt, in 10 Sec. sicher sterilisiert bei einer Concentration von 1 : 250—1 : 400 (mit Sublimat 1 : 1000 erreichte A. dies Resultat erst nach 1 Woche

stärkere Concentrationen und bei längerer Einwirkungsdauer. Dies Verhalten kann man zur Reincultur der Hefe benutzen (*Holfert-Flinzelberg*[100]).

Die Wirksamkeit der Enzyme (Pepsin, Diastase) und die Hefewirkung wird durch Formaldehyd aufgehoben (*Berlioz-Trillat*[18], *F. Blum*[19], *Pottevin*[165], *Trillat*[203]).

Einwirkung). Auf sehr dicke Culturen ist die Einwirkung nicht sterilisierend, sondern nur abschwächend (nachgewiesen durch Versuche an Kaninchen). — Nach *Schepilewski*[179] ist die Wirkung des käuflichen Formalins auf die vegetativen Formen der Bacterien ähnlich, wie die der Carbolsäure (einerlei, ob in eiweissfreiem oder eiweisshaltigem Medium), auf Milzbrandsporen stärker wie die der Carbolsäure. — *Strauss*[193] giebt zur Bacterientötung ein Durchschnittsverhältnis von 1 : 500 — 1 : 2000 an. — *Rosenberg*[169] gelang es bei Benutzung seines Sterisols (= Milchzuckerlösung mit 0.3 % Form.-Gehalt) schon durch eine Verdünnung von 1 : 10000 Formaldehyd Milzbrandbacillen und durch 1 : 20000 bis 1 : 30000 andere Bacterien abzutöten (er stellte sich seine Lösungen so dar, dass er das Sterisol auf das doppelte verdünnte: 1 Tropfen desselben enthielt dann 0,0001 Formaldehyd).

Zur Vernichtung der Sporen sind ziemlich starke Concentrationen notwendig. Während *Stahl*[190] angiebt, dass die resistentesten Bacterienformen durch eine Formaldehydlösung von 1 : 1000 in 1 Stunde, von 1 : 175 in ¼ Stunde abgetötet würden, konnte *Walter*[214] die Milzbrandsporen mit einer 1 %igen Lösung erst in ½ Stunde, *Oehmichen*[153] erst in 1 Tag, mit einer 2 %igen Lösung dagegen in 1 Stunde abtöten. Nach *Ascoli*[9] hat eine 1 %ige Lösung bei 14—15° Temperatur nur schwache Wirkung, eine 5 %ige Lösung tötet

Cholera	in 3	Minuten,	Milzbrandsporen erst in 5 Stunden
Diphtherie	„ 10	„	(eine 10 %ige Lösung wirkt kaum
Milzbrandbac.	„ 15	„	stärker).
Staph. aur.	„ 30	„	

Nach *Pottevin*[165] sind zur Vernichtung von Milzbrand- und Subtilissporen sogar 15 %ige Lösungen notwendig (während asporagene Keime schon in 1 ‰igen Lösungen in ¼ bis mehreren Stunden zugrunde gehen). Bei höherer Temperatur erfolgt die Abtötung viel schneller; so werden Milzbrandsporen in 15 %iger Lösung bei 15° in 1½ Stunden, bei 52° in 5 Min. abgetötet. Bei 52° tötet auch schon eine 2 %ige Lösung Milzbrandsporen in 15 Min.

Nach *Walter*[214] können Faeces durch eine 10 %ige Lösung in 10 Minuten sterilisiert (durch eine 1 %ige Lösung fast augen-

blicklich desodoriert*) werden), nach *Oehmichen*[153] durch Formalith (= Kieselguhr mit gleicher Menge Formaldehyd durchtränkt), nicht aber durch eine 2%ige Formaldehydlösung.

Neben diesen mehr oder weniger günstigen Desinfectionsresultaten mit Formaldehydlösung finden sich auch ungünstige in der Litteratur verzeichnet.

So hebt nach *F. Blum*[19] der Formaldehyd selbst in starken Concentrationen nur sehr langsam die Lebensfähigkeit der Bacterien auf: eine 5%ige Lösung tötet den Typhusbacillus erst in 5 Min., den Staph. in 35 Min. und Milzbrandsporen erst in 24 Stunden. Auch *Vanderlinden* et *de Buck*[34] sprechen dem Formaldehyd nur eine geringe bacterienwidrige Wirkung gegenüber den anderen Antisepticis (z. B. $HgCl^2$) zu: eine 5%ige Lösung tötete noch nicht Diphtherie und Typhus in 15—30 Min., Staph., Strept. und B. coli com. in 30 Min. Milzbrandsporen werden nicht einmal in ihrer Entwicklung gehemmt; eine 10%ige Lösung gab kaum bessere Resultate; Versuche mit reinem Eiter fielen negativ aus. Bei höherer Temperatur war die Einwirkung etwas besser. — Auch nach *Schmitt*[184] hat der Formaldehyd nur geringe bacterientötende Kraft; dieser Autor fand sogar nicht einmal eine Entwicklungshemmung bei einer Lösung von 1:1000 in 1 Stunde — erst nach 6 Stunden —, bei 1:100 nicht in 5 Minuten.

Die Frage, ob der Formaldehyd auch die Stoffwechselproducte der Bacterien beeinflusse, d. h. antitoxisch wirke, wurde beantwortet wie folgt: Nach *Aronson*[7] vertragen Meerschweinchen von giftiger Diphtheriebouillon nach Zusatz von Formaldehyd 1:500 das 100fache der für Controltiere tötlichen Dosis ohne krankhafte Erscheinungen. — Auch das Tetanustoxin vermag der

*) Die Desodorierung aller riechenden Substanzen ist eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft des Formaldehyd. Nach *Schmidt*[183] verdeckt der F. nicht den Geruch, sondern er scheint die den Geruch erzeugenden Körper zu binden und so den Geruch zu zerstören: so macht er geruchlos Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Ammoniak, Scatol, fauliges Fleisch, fauligen Urin und Faeces. Er kann deshalb mit Vorteil in Krankenzimmern zur Behandlung der Nachtstühle dienen (*Ascoli*[9], *Brusset*[30], *le Dentu*[51]).

Formaldehyd zu paralysiren (*Burckhard* [35]), doch erst in höherer Concentration, wie das Diphtheriegift. Ein Versuch, diese antitoxischen Eigenschaften des Formaldehyd in der Therapie zu verwerten, misslang *Berlioz* [17]. — Keine Einwirkung hat der Formaldehyd auf das Pestgift (Zusatz von 0,1% — *Wernicke*); ebensowenig auf das Gift des Gelbfieberbacillus (*Sanarelli* [176]).

Bei Betrachtung der erwähnten Litteraturangaben bemerkt man ziemlich grosse Differenzen der einzelnen Autoren in Bezug auf die Concentrationsverhältnisse der Formaldehydlösungen, welche zur Vernichtung von Keimen gedient haben. Diese Differenzen erklären sich wohl einmal daraus, dass die Concentration der Formaline, welche die Autoren zu ihren Mischungen benutzten, nicht die gleiche war. Denn die Handelsformaline sind sehr verschieden in ihrer Concentration (*Ermengem et Sugg* [63]), die Concentration ändert sich ferner wegen der grossen Flüchtigkeit des Formaldehyds fortwährend (*Cohn* [46]). Dann ist vielleicht auch öfters, wie *Walter* [214] angiebt, Formalinlösung mit Formaldehydlösung verwechselt worden: Formalinlösung (40%) 1:10000 = Formaldehydlösung 1:25000.

Ein weiterer Grund ist vielleicht darin zu suchen, dass nicht lange genug beobachtet wurde, denn der Formaldehyd wirkt nur sehr langsam ein, indem er mit den Bacterienleibern eine chemische Verbindung eingeht (*Pottevin* [165]) oder nach *Bardet* [12] die Chitinhülle der Bacteriensporen härtet; deshalb soll man nach *Leroy des Barres* [133] immer wieder auf günstigere Nährböden überimpfen und Tierversuche anstellen, nach *Ascoli* [9], *Slater* and *Rideal* [188] vor allen Dingen aber lange genug beobachten (denn z. B. der Typhusbacillus wächst nach 20 Min. langer Behandlung mit einer 1%igen Formaldehydlösung nach 48 Stunden, nach 30 Min. langer Behandlung mit derselben Lösung aber erst nach 72 Stunden).

Immerhin geht aus diesen zahlreichen Versuchen hervor, dass die Formaldehydlösung sehr beträchtliche entwicklungshemmende Eigenschaften besitzt (stärker wie Sublimat — *Trillat* [203], *Brusset* [30], *Strauss* [193]); dass jedoch die eigentlich desinfectorische Kraft der Formaldehydlösung bedeutend überschätzt worden

ist. (So ist nach *Schepilewsky*[179] die milzbrandsporentötende Kraft des Sublimats 14×grösser, wie die des Formaldehyds.)

In der Praxis hat die Formaldehydlösung ausser der in Teil I und II mitgeteilten Anwendung noch folgende Verwertung gefunden:

Man kann mit Formaldehyd Catgut sterilisieren. An ganz dickem Catgut tötet nach *Vollmer*[212] und *Kossmann*[213] eine 1%ige Formollösung bei 1stündiger Einwirkung Streptococcen und Staplylococcen; das auf solche Weise sterilisierte Catgut ist schwerer resorbierbar. Catgut, länger als 14 Tage in Formaldehydlösung aufbewahrt, wird spröde. Am besten erwies sich eine Sterilisation in 2%iger, eine Aufbewahrung in ½%iger Formollösung, oder um das Sprödewerden zu vermeiden, in steriler Kochsalzlösung. — Nach *Halban — Hlawacek*[93] wird Catgut erst durch sehr langes Behandeln mit Formaldehyd steril; jedoch lässt sich durch Formol verändertes Catgut gut auskochen; die genannten Autoren machen folgende Vorschrift: das Catgut kommt zunächst 12—24 Std. in 5%iges oder 3 Std. in 20%iges Formol, wird dann ¼ Std. ausgekocht und in 1‰igen Sublimatalcohol aufbewahrt. Eine sichere Sterilisation erhält man nach *Hofmeister*[99] folgendermassen: das Catgut wird 12—48 Std. in eine 2—4%ige Formollösung gelegt, sodann mit Wasser abgewaschen, 10—30 Min. in Wasser gekocht und in Alcohol nachgehärtet. Auch *Cunningham*[49] empfiehlt die Catgutsterilisation mit Formaldehyd.

Instrumente, Schwämme, Sonden etc. durch Formaldehydlösung zu sterilisieren, wird von *Brusset*[30], *le Dentu*[51], *Lehmann*[132], *Rosenberg*[168], *Zwiback*[223] u. a. empfohlen, von *Walter*[214] widerraten. (S. später Ster. durch Formaldehyddämpfe).

Man könnte daran denken, die Formaldehydlösung zur Desinfection der Hand zu verwenden auf Grund folgender Versuche: Nach *Gegner*[80] wird ein mit faulendem Blut inficierter Finger durch 1 Min. langes Reiben mit einer 2,5%igen Formalinlösung steril. Nach *Walter*[214] gelingt es, mit 3%igen Lösungen, ev. unter Alcoholzusatz, die Hände sicher keimfrei zu machen. — *Slater* and *Rideal*[188] studierten die Hautdesinfection mit Formaldehyd am Cadaver: die Haut wurde zuerst mit Wasser und

Seife, dann mit einer 1%igen Formaldehydlösung gewaschen, 5 Min. lang mit einem in Formol getauchten Tuch bedeckt und zuletzt mit Aether abgerieben. Bei einigen Versuchen wurde die Haut steril, bei anderen nicht. Formaldehyd verhindert nicht das Schäumen der Seife, wie Sublimat. — Von einer allgemeinen Anwendung des Formaldehyds in dieser Beziehung kann jedoch keine Rede sein; da der Formaldehyd die Haut viel zu sehr angreift. (Siehe S. 17).

Walter[214] empfiehlt eine 5%ige Formollösung zum Aufwaschen von Krankenzimmern, *Rosenberg*[169] das „Holzin" (2 Essl. Holzin auf 10 l Wasser) zu demselben Zweck, auch gegen Ungeziefer. Rosenberg stellte folgenden einer Fussbodendesinfection analogen Versuch an: er rieb einen Kistendeckel mit Diphtherie, Typhus und Milzbrand ein, spülte ihn sodann mit Holzin ab und trocknete ihn mit einem in Holzin getauchten Lappen. Der Deckel wurde dadurch völlig steril.

Kleidungsstücke, Uniformen und Ledersachen werden nach *Walter*[214], *Slater* and *Rideal*[188], ohne ruiniert zu werden, durch Eintauchen in eine 1%ige Formollösung in 24 Stunden von Typhus, Cholera, Staph. befreit.

B. Anwendung des Formaldehyd als Gas.

Die Anwendung eines Desinfectionsmittels in gasförmigem Zustande bietet grosse Vorteile, besonders bei der Zimmerdesinfection; denn man kann mit einem Gase auch an solchen Stellen desinfectorisch wirken, welche der Application eines flüssigen Desinfectionsmittels schwer oder gar nicht zugänglich sind. Da die bisher zur Desinfection von Räumen benutzten Gase (Chlor, Brom, schweflige Säure, Salzsäuredämpfe) und auch der Sublimatspray*) sich aus verschiedenen Gründen

*) Die Unwirksamkeit von Chlor und Brom wiesen nach: *Fischer* und *Proskauer*. Mitteil. aus dem kaiserl. Ges.-Amt 1884, II, S. 228; von schwefliger Säure: *Koch* und *Wolffhügel*. Mitt. a. d. K. Ges.-Amt I, S. 188—233 und S. 252—261; von HCl-Dämpfen: *Foley*. Thèse. Lyon 1895. — Der Sublimatspray, empfohlen von *König* (Centralblatt für Chirurgie 1885, 12) ist unbrauchbar nach *Kreibohm*: Zeitschr. f. Hyg. und

sämtlich als unbrauchbar erwiesen haben und die zum Ersatz allgemein angewandte mechanische Desinfection*) umständlich, teuer und ruinierend ist, war bisher immer ein lebhaftes Verlangen nach einem sicher wirkenden gasigen Desinfectionsmittel vorhanden. Es ist deshalb leicht zu verstehen, dass man das Formaldehydgas, nachdem dessen keimtötende Kraft sich bewährt hatte, mit grossen Hoffnungen zur Zimmerdesinfection heranzog und sich dem Glauben hingab, dass dasselbe als Idealdesinficiens sogar dem strömenden Dampf Concurrenz machen könne.

In wie weit diese Erwartungen erfüllt und getäuscht worden sind, soll die folgende Litteratur ergeben.

Zur Erzeugung von Formaldehyddämpfen sind die verschiedensten Methoden verwandt worden.

1. Wirkung der Formaldehyddämpfe, welche sich spontan oder mit Hülfe einfacher Vorrichtungen aus Formaldehydlösungen entwickeln.

Zu einer grossen Anzahl von Desinfectionsversuchen mit Formaldehyddämpfen wurden Glasglocken benutzt.

So stellten *Trillat* et *Berlioz*[18] unter einer Glasglocke von 10 l Inhalt ein Schälchen mit 5 ccm einer 10%igen Formollösung auf; durch die spontan sich entwickelnden Dämpfe wurden die Bacterien der faulenden Fleischbrühe, der Abwässer und Milzbrand abgetötet; um das bact. coli und den bac. Eberth abzutöten, war eine 40%ige Lösung und eine halbstündige Einwirkungsdauer der Dämpfe notwendig. — Nach *Lehmann*[132] zeigen Cholera und Staphylococcen unter einer Glasglocke von 3,75 l Inhalt den Dämpfen von 5 ccm einer 40%igen Formalinlösung ausgesetzt, nach 3/4 Stunden, Milzbrandsporen nach 1 Stunde kein Wachstum mehr. Auch Kleiderstoffe konnten unter der Glocke sterilisiert werden; ungenügend war die Desinfection nur

Inf.-Kr. I, S. 363, *Heraeus*: Zeitschr. f. Hyg. und Inf.-Kr. I, S. 235 und anderen, sogar gesundheitsschädlich nach *Mörner*: Zeitschr. f. Hyg. und Ifn.-Kr. XVIII, S. 251.

*) S. *Behring*, Bekämpfung der Infect.-Krankheiten, Leipzig 1894, und *Gaffky*: Centralbl. für allgem. Gesundheitspflege IX, S. 411.

dann, wenn Sporen tief in den Kleidern verborgen waren. — *Gegner*[80] benutzte eine Glocke von 2500 ccm Inhalt und liess das Formalin aus Wattebäuschen verdunsten. Nach seinen Angaben genügt als Minimum 1/4 Tropfen Formalin, um in 3—6 Tagen an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen zu töten, 1/8 Tropfen, um Typhus in 24 Std. und 1/30 Tropfen, um Cholera in 24 Std. zu vernichten; die Dämpfe drangen durch 3 mm dicke Gelatine. Gegner empfiehlt auf Grund dieser Versuche die Desinfection von Cholerarämen durch Verdampfen von 2 l Formalin auf 100 cbm. — *Stahl*[190] verdampfte Formalin unter einer Glasglocke von 28 3/4 l, indem er die Lösung aus einer Burette auf eine erwärmte Eisenplatte tropfen liess. Sämtliche Bacterienformen wurden auf diese Weise in 1/4 Std. bei einem Gehalt der Luft an Formaldehyd von 1:40 abgetötet. — *Gerson*[84] setzte unter einer Glasglocke von 3,75 l Inhalt Fliesspapierstreifen, welche in Bouillonkulturen von Cholera, Staph. pyog. aur., Prodigiosus und Milzbrand getaucht waren, und Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen den Dämpfen von 5 ccm Formalin frei aus. Nach 3/4 Stunden zeigte sich noch einiges Wachstum, nach 1 1/2 Std. waren alle Bacterien und Sporen abgetötet. Pelz und Leinwand liessen sich in 24 Stunden sterilisieren. Zwischen den Blättern eines Buches gingen Wuchsformen in 24 Std. zu Grunde, nicht aber Milzbrandsporen, selbst nicht bei Anwendung von 25 ccm Formalin. Die Desinfectionsdauer kann durch Verwendung grösserer Mengen Formalin abgekürzt werden: so wurde durch 25 ccm Cholera in Kleiderstoffen nach 20 Min., Milzbrand durch 35 ccm in 2 Stunden abgetötet. — *Cohn*[46] liess auf quadratische Tuch- und Wattestücke (Grösse = 1 qcm), welche in faulendes Erbseninfus getaucht waren, unter einer leicht erwärmten Glasglocke Formaldehyddämpfe einwirken; eine Sterilisation trat nach 1/2—1 Std. ein. Die Penicilliumsporen wurden erst nach 6 Stunden vernichtet. In einer weithalsigen Glasflasche, auf deren erwärmten Boden Formaldehyd gegossen wurde, erzielte Cohn Sterilisation der durch eine Drahtschlinge an den Kork aufgehängten Proben schon nach 15 Min. (Das Resultat soll deshalb günstiger sein, weil hierbei das Lüften des Gefässes fortfiel.) — *Horton*[101] ver-

teilte 4eckige Papierstückchen mit Culturen von Typhus, Diphtherie und Staphylococcen in Büchern und brachte diese unter eine Glasglocke, unter welcher er in Schälchen Formalin vom spec. Gew. 1,084 bei einer Verdampfungsoberfläche von 26—70 qcm verdunsten liess. Bei einer Temperatur von 19—21° erreichte er eine Sterilisation in 15 Min. (der Formaldehydgehalt der Luft musste mindestens 1 : 300 sein). Gummi und Instrumente konnten auf dieselbe Weise desinficiert werden. — *Slater* and *Rideal* [188] prüften die Wirksamkeit der Dämpfe von 5 ccm Formalin unter einer Glasglocke von 3320 ccm auf Culturen, die an Glasplatten angetrocknet wurden.

Nach 10 Min. waren abgetötet: Typhus, B. coli, Prodigiosus, Cholera,
„ 20 „ „ „ Staphylococcen,
„ 30 „ „ „ B. pyocyaneus.

Auch *Ermengem et Sugg* [63] benutzten zu ihren Versuchen Glasglocken, unter welchen sie die Luft bei verschiedener Temperatur (13—50°) mit Formaldehyddämpfen sättigten. Unter diesen Bedingungen wurden vernichtet: Cholera, Typhus, Diphtherie, Staphylococcen (in Eiter) in 1/4—1/2 Stunde, trockene Sporen von b. rubiginosus und Milzbrand in 3--12 Std.; dieselben befeuchtet, in weniger wie 1 Std. (Diese Sporen hielten dem strömenden Dampf von 100° länger als 1 Std. stand.) Milzbrandbacillen und -Sporen, in einem mit Watte verstopften Glase nntergebracht, wurden nach 48 Std., wenn die Watte mit Formalin befeuchtet wurde, nach 24 Std. abgetötet. Staphylococcen und Typhus konnten in einem mit 2 kgr beschwerten Buch oder Flanell in 24 Std. nur dann sterilisiert werden, wenn man die Glasglocke vorher luftleer machte. — Viel günstigere Resultate liessen sich bei höherer Temparatur erzielen; so werden in der mit Formaldehyddämpfen gesättigten Luft Rubiginosussporen abgetötet bei

15° in 10 Stunden.
37° in weniger als 1 Std.
45—48° in weniger als 1/8 Std.
50° in 1/4 Stunde.

Milzbrandsporen bei
15° in 3—4 Std.
37° weniger als 1/4 Std.

In den mit Watte verschlossenen Gläsern waren bei 15° nach 24 Stunden noch Keime lebend; bei 37° Grad nach 3 Std.

war alles abgetötet. — Nach *Pottevin*[165] ist die Einwirkung der Formoldämpfe auf Sporen schwächer: so werden trockene Subtilissporen bei 52° erst in 3 Tagen, trockne Milzbrandsporen bei 35° in 2 Tagen abgetötet. — *Roux et Trillat*[171] hatten unter einer Glasglocke, deren Luft mit Formaldehyddämpfen gesättigt war, die günstigsten desinfectorischen Resultate bei 30°. *Miquel*[146] brachte an dem unteren Ende eines Stopfens, der eine Glasglocke von 8 l Inhalt verschloss, ein kleines Glasgefäss von 6—7 mm Durchmesser an, welches z. T. mit Milzbrandsporen enthaltendem Staube angefüllt wurde; auf den Boden der Glocke legte er Leinwandstückchen, auf die er je ½ ccm eines 33 %igen Formols goss: nach 24 Stunden waren die Sporen abgetötet. — Sehr schlechte Resultate hatte *Foley*[68], welcher ebenfalls mit einer Glasglocke experimentierte. Bei Verdampfen von 40 ccm einer 30 %igen Formollösung unter der 10 ½ l fassenden Glocke waren bei 14—17° nach 6 und 23 Stunden gar keine Microorganismen, nach 30 Stunden nur sehr wenige abgetötet. Feuchtigkeit hatte einen ungünstigen Einfluss.

Statt Glasglocken wurden auch andere Behälter zum Studium der sich spontan aus Formaldehydlösungen entwickelnden Dämpfe verwandt.

So inficierten *Buchner* und *Segall*[31] ein Gelatineröhrchen und die schräge Fläche eines Agarröhrchens; in diese Röhrchen hinein hingen sie eine engere offene mit 10%igem Formalin gefüllte Röhre so, dass dieselbe 6 cm über die Oberfläche der erstarrten Gelatine hervorragte; der Verschluss geschah durch einen Wattebausch. Nach 8tägiger Beobachtung erwiesen sich die oberflächlichen Schichten der Gelatine steril

bis zu einer Tiefe von 6 mm bei b. coli commune,
„ „ „ „ „ 8 „ „ Cholera,
„ „ „ „ „ 12 „ „ Milzbrand,
„ „ „ „ „ 18 „ „ Typhus,

(eine gewisse Tiefenwirkung der Formoldämpfe bei der Gelatine wies auch *Walter*[214] nach). — In dem Glycerinagarröhrchen fand sich eine geringe Entwicklungshemmung bei b. coli, eine starke bei Typhus und eine Abtötung des Milzbrandbacillus. — *Aronson*[6] brachte 1 ccm Formol auf den Boden eines Serum-

röhrchens, doch so, dass der Nährboden nicht berührt wurde. Die Dämpfe einer 1%igen Lösung hoben die Entwicklung völlig auf; bei schwächeren Lösungen wuchsen unten keine Culturen mehr, wohl aber oben; immerhin waren die unter dem Einfluss der Formaldehyddämpfe wachsenden Diphtheriebacillen in ihrer Virulenz abgeschwächt, was durch Versuche an Kaninchen nachgewiesen wurde.

In Zimmern wurden folgende Versuche angestellt:

Oehmichen [153] liess in einem Zimmer von 43,75 cbm Rauminhalt in 7 Glasschalen 450 ccm Formalin verdunsten; Testobjekte waren Eiter, Cholera, Typhus, Milzbrand an teils trocknen, teils feuchten Stoffen angebracht. Nach 24 Stunden waren die feuchten Objecte sämtlich sterilisiert, nach 48 Stunden auch fast alle trockenen; jedenfalls waren die noch lebenden Bacterien in ihrer Entwicklung gehemmt. Plattenculturen waren steril. Die Dämpfe entfalteten keine Wirkung bei den Bacterien des Zimmerstaubs und bei Schimmelsporen. — *Philipp* [161] experimentierte in einem Zimmer von 16 cbm Rauminhalt; er liess Formalin aus flachen Schalen verdampfen. Eine völlige Keimfreiheit des Zimmerstaubs ergab sich erst nach Verdunsten von 2,2 klgr Formalin (je 100 ccm in 22 Schalen) nach 168 Stunden Einwirkungsdauer. Bei kürzerer Einwirkungsdauer und einer geringeren Anzahl von Schalen war die Vernichtung der Keime unvollständig. — Cholera und Typhus wurden unter gleichen Bedingungen schon nach 2—3 Tagen, mit Watte überdeckt nach 5 Tagen abgetötet. Auch Milzbrandsporen zeigten kein Wachstum auf Nährböden mehr; jedoch starb ein damit inficiertes Tier noch nach 33 Tagen. So schien der Formaldehyd die Keimfähigkeit der Sporen beeinträchtigt zu haben, während der in der Kapsel steckende Keim völlig unverändert geblieben war (vergleiche das Verhalten der Formaldehydlösung). Eine Wohnungsdesinfection in der beschriebenen Weise würde mindestens 8 klg Formalin erfordern, also viel zu teuer sein. — Dieselbe Angabe machen *Bordoni-Uffreduzzi* [27]. — *Slater* und *Rideal* [188] stellten ihre Versuche in einem Raume von 1548 cbfuss an; sie verdampften darin 1½ Unzen Formalin durch Erwärmen mit einer Spirituslampe. Nach 2 Stunden war der Keimgehalt in 10 l Luft von 429 auf 71 herabgegangen; die Bacterien zeigten sämtlich eine Beeinflussung,

besonders die am Boden. Von 10 Typhus waren 5, von 10 b. coli 2 abgetötet; Staph., pyocyaneus und Heubacillus lebten.

Schlechte Resultate in der Raumdesinfection hatten *Ascoli*[9], *Doty*[55], *Flügge*[67], *Lederle*[131], *Lewin*[134], *Schepilewsky*[179]; dieselben konnten selbst bei Aufwand sehr grosser Formalinmengen keine sichere Wirkung erzielen. — *Foley*[68] suchte bei Zimmerdesinfectionsversuchen festzustellen, ob die Dämpfe tief in Gegenstände eindrängen. Er überliess 500 ccm einer 10%igen Formalinlösung in einer grossen Photographieschale, welche mit einem 3 cm dicken Kissen bedeckt war, der Verdampfung; in einem Zimmer von 45 cbm war nach 24 Stunden, in einem Zimmer von 144 cbm nach 8 Tagen überhaupt keine Wirkung der Dämpfe wahrzunehmen; dieselben waren also nicht im stande gewesen, den Widerstand eines Kissens zu überwinden.

Wie wenig die Dämpfe, welche sich durch einfaches Verdunsten aus Formaldehydlösungen entwickeln, auf Kleidungsstücke einwirken, geht aus folgenden Versuchen hervor. *Freymuth*[74] stellte 20 offene Schalen mit je 20 ccm Formalin auf den Boden einer Holzkiste von der Grösse 79 : 71 : 67 cm, in welcher mit Cholerastuhl inficierte Kleider lagen: die trocknen Reinculturen waren nach 3 Stunden steril, während sich feuchte Reinculturen und Stuhlproben noch nach 24—30 Stunden Aufenthalt in der Kiste als lebend erwiesen: trockne Stuhlproben lebten noch nach 21 Stunden. — Nach *Lewin*[134] können Kleider, welche pathogene Microorganismen in den Taschen enthalten, in einem Kasten über Formaldehyddämpfen aufgehängt, durch 250—500 ccm Formol kaum desinficiert werden.

Burckhard[35] versuchte intacte Tierkörper zu sterilisieren; er wollte erforschen, ob sich durch Formaldehydbehandlung das Verbrennen von Cadavern ersetzen und sich die Infectionsgefahr für den secierenden Anatomen vermindern liesse: an Milzbrand verstorbene Mäuse, auf einem Drahtrost Formaldehyddämpfen ausgesetzt, welche sich aus Formalinwattebäuschen entwickelten, zeigten nach 3 Stunden keine Fäulnis, nach 48 Stunden keinen lebenden Milzbrandbacillus mehr; Mäuse, in Formalinwattebäusche eingehüllt, zeigten nach 3 Stunden keine Fäulnis und nach 24 Stunden keinen lebenden Milzbrandbacillus mehr. — Bei Tauben,

welche an Hühnercholera gestorben waren, gelang derselbe Versuch nicht. — In Kaninchencadavern wurden bei Ausstopfung von Brust- und Bauchhöhle mit Formalinwattebäuschen alle Bacterien langsam, aber sicher in 5×24 Stunden abgetötet; jedoch trat vollständige Mumificierung ein. Das Resultat der Versuche ist also: Nur kleine Tiere werden sterilisiert, und die sterilisierende Wirkung ist sehr langsam. — In ähnlicher Weise experimentierte *Iwanoff*[113]: Tiere, welche an der Infection mit Milzbrand, Vibr. Metschnikoff, Hühnercholera und Taubendiphtherie eingegangen waren, secierte er rasch, nahm Leber und Milz heraus, zerschnitt sie in Stücke und hing sie in einem dicht verschlossenen Glasgefäss auf, auf dessen Boden soviel Formalin gegossen wurde, dass auf 100 Teile Luft 1 Teil Formalin kam. — Später wurde dann der Saft der Oberfläche wie aus der Tiefe auf schrägen Agar ausgestrichen.

In dem Saft der Oberfläche war	In dem Saft aus der Tiefe von 5 mm war
Milzbrand tot nach . . 15 Minuten	Milzbrand tot nach . . 15 Stunden
Hühnercholera tot nach 15 „	Hühnercholera tot nach 24 „
Metschnikoff „ „ 1 Stunde	Metschnikoff „ „ 24 „
Taubendiphtherie tot nach 1 „	

Die Tiefenwirkung ist also sehr langsam. Bei höherer Temperatur (37°) sind die Resultate viel günstiger.

So war in dem Saft von der Oberfläche		In dem Saft aus der Tiefe von 5 mm
Milzbrand tot	in weniger als 5 Min.	Milzbrand tot nach . . . 6 Stunden
Hühnercholera tot		Hühnercholera tot nach 3 „
Metschnikoff „		Metschnikoff „ „ 4 „
Taubendiphtherie tot		

An einer Leber, welche in einer Petrischale Formalindämpfen (die Schale enthielt Fliesspapier, auf welches 10—20 Tropfen Formalin geträufelt waren) ausgesetzt wurde, konnte man gar keine Sterilisation nachweisen; wahrscheinlich verflüchtigte sich das Formalin durch den Deckel.

Die Formaldehyddämpfe, die sich spontan aus Formalinlösungen entwickeln, kann man zur Sterilisation von Cathetern benutzen. Nach *Jadassohn-Hauricitz*[105] bringt man zu dem Zwecke die grünseidnen Catheter in einen mit Pergamentpapier verschlossenen Topf, in dem ein Schälchen mit Formalinlösung steht. — *Oppler*[155] giebt zu demselben Zweck einen Blechkasten

an; in demselben befindet sich in halber Höhe ein Drahtgeflecht, auf welches die Catheter zu liegen kommen; in den unteren Raum bringt man Formaldehyd in Lösung, in Form von Formalithsteinen oder Trioxymethylen. Will man in 6 Stunden eine Desinfection erreichen, so muss die Menge des Formaldehyds ungefähr 0,2% des Rauminhaltes betragen. — *Frank*[71] setzt die Catheter zwecks Sterilisation 24 Stunden lang in einem Glascylinder concentrierten Formaldehyddämpfen aus. — Nach *Fayollat*[64] steckt man die biegsamen Catheter in tiefe Gläser, die einen Formolpfropf enthalten und erwärmt auf 37°. — Nach *Rosenberg*[169] werden elastische Catheter im Frank'schen Glascylinder durch die Dämpfe von 50 ccm Holzin (s. S. 20) in 15 Minuten steril. — Zur Sterilisierung von Instrumenten giebt *Rosenberg*[169] einen Kasten an: die Instrumente werden auf ein Sieb gelegt, welches auf einer Leiste 4 cm oberhalb des Bodens ruht. Mit 200 ccm Holzin, welche bei einer Bodengrösse des Kastens von 35 : 18 cm den Boden noch nicht 1 cm hoch bedecken, können Instrumente völlig desinficiert werden.

Ebenso leicht, wie aus Gefässen, kann man das Formalin von Gegenständen, welche es aufgesogen haben, verdampfen lassen.

So sterilisierte *Miquel*[145] Bücher dadurch, dass er in einem Schrank oder einer verschlossenen Kiste das Formalin von Tuchstreifen verdunsten liess. Er stellte die Bücher, mit den Blättern nach unten, auf einen Rahmen. Die 15—20 cm breiten Tuchstreifen, welche in eine Formalinlösung vom spec. Gew. 1,075 (zur Vermeidung der Polymerisation wurde Chlorcalcium 2 : 1 zugesetzt, so dass ein spec. Gew. von 1,20 entstand) getaucht waren, wurden, auf Hölzer gewickelt, von Wand zu Wand des Schrankes gespannt. Nach 24—48 Stunden waren in den Büchern alle Keime ausser einem Typhusstuhl abgetötet. Für einen Schrank von 1—2 cbm genügen 70—80 g Formalinchlorcalcium und eine Verdampfungsoberfläche von 50 qdcm pro cbm Luft. So lassen sich mit 1 Liter (7—10 fr.) in einem Schrank von $^1/_2$—$^3/_4$ qm 20—30 Desinfectionen vornehmen.

Zimmer lassen sich nach *Miquel*[145] mit diesem Verfahren ebenfalls desinficieren. — Auch *Englund* und *Nils*[62] befürworten für die Zimmerdesinfection das Abdunsten des Formalins von

Laken. Für jeden cbm müssen 60—70 ccm Formalinchlorcalcium (2 : 1) verwendet werden. Ein Laken von 2 qm genügt für 8 cbm Raum bei 24stündiger Einwirkungsdauer der Dämpfe.

Um Formaldehyddämpfe ohne complicierte Apparate aus Lösungen zu entwickeln, wurden von verschiedenen Autoren folgende einfachen Vorrichtungen getroffen:

Von der Voraussetzung ausgehend, dass durch lebhafte Bewegung die Wirksamkeit der Formaldehyddämpfe erhöht würde, liess *Oehmichen* [153] in einem Metallcylinder Formalin von Fliesspapier verdunsten und setzte die Dämpfe durch ein Flügelrad in ständige Bewegung: Frei den Dämpfen ausgesetzte Bacterien und Sporen waren nach 1 Stunde abgetötet, verpackte lebten meist; jedoch war das bei der Verpackung der Microorganismen verwandte Papier ganz nass, so dass die Dämpfe schlecht hindurchdringen konnten. Bei Vermeidung der Feuchtigkeit war das Resultat besser. — Eiter und Faeces von cholera asiatica, frei und verpackt, waren nach 5 Stunden sicher sterilisiert.

Berlioz-Trillat [18] leiteten einen Luftstrom durch eine 5%ige Formollösung; das so entstehende Formaldehydgasgemisch wirkte unter einer Glasglocke auf 1 qcm grosse Leinwandstückchen ein, welche mit dem B. Eberth und Milzbrandsporen inficiert waren. Es zeigte sich ein Absterben des Milzbrands nach 20 Minuten, des B. Eberth nach 25, einmal nach 10 Minuten. (Derselbe B. Eberth widerstand den Dämpfen von 5%igen Creosot oder Ceylonzimtessenz länger als eine Stunde).

Trillat [207] riss die Dämpfe aus einer 35%igen Formalinchlorcalciumlösung durch einen überhitzten Wasserdampfstrahl *)

*) Statt eines Wasserdampfstrahles benutzte *Walter* [215] die Kohlensäure zu demselben Zweck in einem etwas umständlicheren Verfahren. Die flüssige CO^2 wird aus einer Bombe von unten in einen kupfernen Kessel geleitet; sie reisst den Formaldehyd, der sich, in Watte getränkt, dicht über der Eingangsöffnung befindet, in Dampfform mit sich; das Gasgemisch entweicht durch eine zweite Öffnung am Boden des Gefässes: Bei einem Druck von 3 Atmosphären, einem Durchströmen von einer Stunde und einer Gesamtdesinfectionsdauer von 5—24 Stunden war das Resultat völlig negativ; bei Anwärmen des Kessels auf 40—52° etwas besser. (Dass Kohlensäure an sich, wenn nur etwas Luft beigemengt ist, keine nachteilige Wirkung auf Bacterien ausübt, wies Walter mit demselben Apparat bei 5—10 Atmosphären Druck nach).

heraus. Er sättigte auf diese Weise einen Raum von 700 cbm in 4—5 Stunden und tötete nach 18 Stunden Einwirkungsdauer der Dämpfe alle Keime ab. Diese Verdampfungsmethode hinterlässt jedoch einen unangenehmen Geruch, welcher von dem Anhaften der Condensationsproducte des Formaldehyd an den Wänden herrührt. — Mit einem auf Grund des beschriebenen Verfahrens von Trillat construierten Apparat (*„appareil à courant de vapeurs humides de formol“*) experimentierten *Vaillard* et *Lémoine*[210]: In einem Saal von 660 cbm Rauminhalt fand sich nach 6 Stunden Desinfectionsdauer noch kein Resultat; nach 24 Stunden waren die den Dämpfen frei ausgesetzten Bacterien, auch die Tuberkelbacillen abgetötet; die Sporen dagegen lebten. Die Dämpfe drangen nicht in Gewebe oder dichteren Staub ein. Ein Übelstand dieser Desinfectionsmethode ist neben dem erwähnten unangenehmen Geruch eine starke Durchfeuchtung sämtlicher Desinfectionsgegenstände, was *Walter*[215] bestätigte.

Die gute Wirksamkeit des strömenden Formaldehyd wies *Walter*[215] durch folgende einfache Versuchsanordnung nach: Er leitete durch Erwärmen von Formalin erzeugte Formaldehyddämpfe von oben in eine in concentrierte Chlornatriumlösung tauchende Glasglocke hinein; die durch das oben eintretende Gas nach unten verdrängte Luft tritt aus einer kleinen Öffnung dicht über dem Flüssigkeitsspiegel hinaus; dadurch wird ein lebhafter Strom des Gases erzeugt. — Nach 2 Stunden Strömungsdauer und Herausnahme der Objecte nach 20 Stunden waren von Milzbrandsporen (in Taschen von Hosentricot eingenäht) etwa die Hälfte abgetötet, von Tuberkelbacillen etwa $^2/_3$. Die Dämpfe waren ferner durch eine 10 mm dicke Watteschicht gedrungen (wie durch ein mit NH^3 gefülltes Schälchen — Bildung von Hexamethylenamin — nachgewiesen wurde). Ein Versuch, in derselben Weise, doch in grösserem Massstabe (im Behrend'schen Desinfectionsapparat) angestellt, gab ähnliche Resultate, doch starke Durchfeuchtung der Objecte.

Schepilewsky[179] entwickelte Formaldehyddämpfe durch Erhitzen einer 40%igen Formalinlösung in einer Retorte; der nach der Verdampfung zurückbleibende Paraformaldehyd wurde noch einmal erhitzt und so wiederum in Formaldehydgas umgewandelt.

Auf diese Weise erhielt Schepilewsky grössere Gasmengen mit einer 2—3 mal so grossen Einwirkungskraft, wie bei einfachem Verdunsten. Es gelang sogar die Kleiderdesinfection ganz gut: Unter einer Glasglocke, in welche der Formaldehyd aus der Retorte seinen Weg nahm, wurden bei Verdampfen von $^1/_4$ ccm Formalin pro l Rauminhalt vegetative Formen feucht in 15 Min., trocken in 30 Min. abgetötet. An Seidenfäden angetrocknete Bacterien wurden bei vorheriger Anfeuchtung in kurzer Zeit, bei Einwickeln in 6 fach feuchte Leinwand in 5—6 mal längerer Zeit vernichtet. — Bei Verdampfen von 2 ccm Formalin auf 1 l Volum starben trockne Milzbrandsporen in 3 Stunden, feuchte in $1^1/_2$ Stunden. — Bacteriensporen, in einem dichten schmutzigen Schafpelz gehüllt, gingen nach 4 Stunden bei 1 ccm Formalin pro l zu Grunde. — In einer Kammer wurden bei einem Formaldehydgehalt von $^1/_2$ ccm pro l vegetative Formen in 6—10 Stunden, von 1 ccm pro l Milzbrandsporen, in einen Schafpelz gehüllt, nach 16 Stunden abgetötet.

Bei den Versuchen, Bücher durch ein ähnliches Verfahren zu sterilisieren, erhielt *Schab*[177] schlechte Resultate: er machte eine Exsiccatorglocke luftleer und leitete in diese durch eine Glasröhre das Formaldehydgas, welches er in einer mit Formalinchlorcalciumlösung gefüllten Flasche durch Erwärmen derselben im Wasserbad auf 50—60° erzeugte. Die 9 Liter fassende Glocke mit Formaldehydgas auszufüllen, gelang dann, wenn die Mischung 36 gr Formalinlösung enthielt. Unter die Glocke wurden sterilisierte Bücher gelegt, deren innerste Blätter mit Culturen von Staph. pyog., Pyocyaneus, Tuberkelbacillen und Milzbrand beschmiert waren. — Nach 24 Stunden Desinfectionsdauer fand sich nur eine geringe, nach 48 eine starke Wachstumshemmung, aber keine Abtötung der Keime. (Hier wirkte der Formaldehyd schlechter, wie das Gas Pictet — $CO^2 + SO^2$ —, welches zu denselben Versuchen herangezogen wurde).

An dieser Stelle sollen einige Versuche veröffentlicht werden, welche Herr Dr. *Arndt*, der Assistent des hiesigen hygienischen Instituts auf Anregung von Herrn Prof. Wernicke im Jahre 1897 anstellte.

1) 15 ccm Formochlorol wurden aus einem mit Gummistopfen und Glasröhre versehenen Reagensglas durch Erhitzen in einen fest verschlossenen Glasschrank von 1,4 cbm Inhalt verdampft. Das Loch, durch welches die Dämpfe eingeleitet wurden, befand sich in $^4/_5$ Höhe des Schrankes und wurde fest verstopft. Im Schrank befand sich ein Winterüberzieher; dieser enthielt

Milzbrandsporen (in Fliesspapier) in der Billettasche,
Staph. pyog. aureus-Cultur (in Fliesspapier) in der oberen äusseren Seitentasche,
Staph. alb.-Fäden (in Fliesspapier) in der oberen inneren Seitentasche,
Pyocyaneus-Cultur (in Fliesspapier) in der rechten äusseren Seitentasche,

ferner ein Beinkleid mit

Milzbrand-Cultur (wenig Sporen) in der rechten Tasche,
Milzbrandsporen (in Schreibpapier) in der linken Tasche,

ferner ein Arbeitsrock mit

Heubacillus-Cultur,
Staph. alb.-Fäden (in Fliesspapier).

Nach 20 Stunden war das Zimmer, in dem der Schrank stand, absolut geruchfrei; der geöffnete Schrank riecht stark. — Von jeder Cultur wurde in Bouillon- und Agarröhrchen abgeimpft, die Röhrchen dem Brütschrank übergeben. Nach 24 Stunden fand sich alles lebend.

2) 30 ccm Formochlorol wurden (wie 1) in den Glasschrank verdampft; darin befand sich:

Cholera:
Typhus:
Pyocyaneus:
Staph. aur.: } auf schrägem Agar in offenen Reagensgläsern in den zugeklappten Taschen eines Überziehers.

Nach 20 Stunden Einwirkung lebt alles.

ferner: auf steriler Leinwand feucht und trocken in offenen Petrischalen auf dem Fussboden.

Typhus: } tot
Cholera: }
Pyocyaneus: lebt
Staph. aur.: } tot
Heubacillus: }

} nach 20 Std.

3) 30 ccm Formochlorol wurden (wie 2) verdampft, doch in 2 Portionen à 15 ccm dicht hintereinander. Der Glasschrank enthielt:

auf 24 Std. alten Agarschalen.
- Milzbrand (ohne Sporen): lebt.
- Heubacillus: lebt.
- Cholera: } tot nach 20 Std.
- Typhus: } tot nach 20 Std.
- Pyocyaneus: } tot nach 20 Std.
- Prodigiosus: } tot nach 20 Std.
- Staph. aur.: } tot nach 20 Std.

ferner: Die 24 Std. alten Bouilloncultureu waren auf trockner und feuchter Leinwand ausgestrichen.
- Milzbrand, trocken: lebt.
- Prodigiosus: } abgetötet.
- Staph. aur.: } abgetötet.
- Typhus: } abgetötet.
- Heubacillus: } abgetötet.
- Pyocyaneus: } abgetötet.

4) 300 ccm Formochlorol wurden aus einem mit Gummistopfen und Glasrohr versehenen Kolben durch das Schlüsselloch in ein Zimmer von 50 cbm Inhalt verdampft. — Es wurden dieselben Objecte wie in Versuch 2 verwandt. — Das Resultat war genau dasselbe wie in Versuch 2.

5) 250 ccm Formochlorol wurden aus einem Kolben in dasselbe Zimmer verdampft; auf dem Kolben befand sich ein doppelt durchbohrter Stopfen mit einem Steigrohr; dadurch wurde das Formochlorol unter einem gewissen Druck verdampft. Die Objecte waren dieselben, wie bei Versuch 3.

Resultat:

auf 24 Std. alten Agarschalen.
- Milzbrand: } leben; alles andere ist abgetötet.
- Heubacillus: } leben; alles andere ist abgetötet.
- Prodigiosus: } leben; alles andere ist abgetötet.
- Staph. aur.: } leben; alles andere ist abgetötet.

auf Leinwand trocken
- Staph. aur.: } leben; alles andere ist abgetötet.
- Typhus: } leben; alles andere ist abgetötet.
- Pyocyaneus: } leben; alles andere ist abgetötet.

Ganz ähnlich experimentierte *Djurberg*[54]: in einem Zimmer von 111 cbm wurden durch Verdampfen von 2 l Formochlorol aus einem Gefäss von 18 B. coli-proben nur 12, von 18 Milzbrandsporen nur 1 abgetötet.

Wie aus Lösungen, so entwickeln sich Formaldehyddämpfe auch spontan aus dem Formalith (von Schering hergestellt = Formalinlösung, welche von Kieselguhr aufgesogen ist).

So liess *Oehmichen* [153] in einem Exsiccator 6 gr Formalith (enthaltend 3 gr Formalin) verdampfen. In dieser Atmosphäre wurden freie Milzbrandsporen in 2 Stunden, in Fliesspapier verpackte nach 4 Stunden abgetötet. Milzbrandsporen in Schreibpapier blieben dagegen am Leben. — In ähnlicher Weise entwickelte *Ascoli* [9] unter einem Glasgefäss von 1½ l Inhalt die Formaldehyddämpfe aus Formalithtäfelchen; er fand, dass bei einem Gehalt von

1 Formaldehyd auf 1000 Luft			von 1 Formaldehyd auf 100 Luft dagegen schon		
Cholera	in	1 Stunde			
Diphtherie	„	3 Stunden	Pneumococcus	in	15 Min.
Staph. aur.	„	6 „	Staph. aur.	„	45 „
Milzbrandsporen	„	13 „	Milzbrandsporen	„	45 „
abgetötet waren;			vernichtet wurden.		

Ein Formalithtäfelchen von 5 gr machte das 1½ l haltende Glasgefäss mit Sicherheit keimfrei; Tuberkelbazillen gingen sehr leicht zu Grunde. — *Stahl* [190] sterilisierte Verbandstoffe in einer Glasflasche von 1½ l durch 6 gr Kieselguhr, welche 6 gr einer 40%igen Formalinlösung aufgesogen hatten: nach 48 Stunden waren selbst Sporen tot.

Wie der Formalith, so wurde auch das Trioxymethylen zur Erzeugung von Formaldehyddämpfen benutzt.

Nach *Miquel* [146] kann man Watte, Leinwand, chirurgische Instrumente und Verbandstoffe dadurch sterilisieren, dass man diese Gegenstände mindestens 24 Stunden mit dem gepulverten Trioxymethylen zusammen in fest verschlossene Kapseln bringt. Auch *Cambier* et *Brochet* [37] erzeugten Formaldehyddämpfe durch Depolymerisierung des Trioxymethylens. Sie stellten sich zunächst das Trioxymethylen durch Zusatz von ¼ Schwefelsäure zu einer 40%igen Formalinlösung dar. Die Polymerisation kommt auf diese Weise in einem Tage zustande; nach Auswaschen mit reinem oder Ammoniak-Wasser erhielten sie so das reine Trioxymethylen. — Bringt man eine gewisse Menge Trioxymethylen über Quecksilber in ein Glasgefäss und erhitzt, so bildet sich gasförmiger Formaldehyd; beim Erkalten entsteht

sofort wieder Trioxymethylen. — Verdampft man Trioxymethylen auf einer Platte von 200° Temperatur, so verflüchtigt sich Formaldehyd (wahrnehmbar durch Gesicht und Geruch); da sich derselbe jedoch schwer mit Luft mischt, bleibt ein starker Concentrationsgrad zurück und ausserdem findet wieder Polymerisation statt. — Um diese Störungen zu vermeiden, giebt *Brochet*[29] folgendes Verfahren an: Ein Strom von heissen Gasen wird durch das in kleine Stücke zerstossene und vorher erwärmte Trioxymethylen geleitet. Der mitgerissene Formaldehyd, der so verdünnt ist, dass er sich auch in der Kälte nicht mehr polymerisieren kann, wird sodann in einen mehr oder weniger luftleer gemachten Recipient geleitet; in demselben Raum kann man Bücher, Aquarelle, Pelze desinficieren. — Bei den Versuchen, welche Brochet anstellte, wurden fast alle pathogenen Keime, wenn auch nicht alle Microorganismen abgetötet. — Der Vorteil dieser Desinfectionsmethode soll darin bestehen, dass sich kein Wasserdampf bildet und der Formaldehydgeruch nicht so intensiv ist. Zur Desinfection eines Zimmers können die Dämpfe mittels Glasrohr durch das Schlüsselloch hindurch geleitet werden.

Als zugehörig zu dieser Abteilung (spontane Entwicklung der Formaldehyddämpfe aus Lösungen) soll hier die Wirkung des Formaldehydsprays besprochen werden. Denn bei der Anwendung desselben handelt es sich hauptsächlich um die Wirkung der Dämpfe, welche sich bei der feinen Verstäubung entwickeln; andrerseits entfaltet natürlich an den Stellen, an welchen die Tropfen niederfallen, der Formaldehyd seine Wirkung als Formaldehydlösung. — Hierher gehört ferner z. B. die Desinfection mit Tüchern, welche, in Formollösung getränkt, zwischen die zu desinficierenden Objecte gelegt werden.

Die Resultate dieser modificierten Formaldehyddesinfection waren teils günstig, teils ungünstig. — *Stahl*[190] desinficierte ein Spitalzimmer von 210 qm Bodenfläche durch Besprengen der Wände, des Fussbodens und der Möbel mit einem Sprayapparat unter Aufwand von ca. 2½ l einer 2%igen Formollösung. Tapeten wurden völlig keimfrei durch Besprengen mit einer 0,5%igen

Lösung (ca. 8 ccm auf 1 qm). Zur Desinfection von Zeugproben diente eine 2%ige Lösung (25—60 ccm je nach der Dicke der Stoffe). — *Englund* und *Nils*[62] empfehlen zur Desinfection von Wohnzimmern das Versprayen einer 2%igen Lösung und zwar 60—70 ccm pro qm. — *Walter*[214] gelang die Zimmerdesinfection mittels Spray nicht; dagegen konnte er künstlich inficierte Stoff- und Ledersachen unter luftdichtem Abschluss durch Formaldehydspray leicht sterilisieren. — Nach *Zwiback*[223] werden Möbel durch leichte Befeuchtung, Leinen, Kleider und Wäsche durch Besprengen mit Formalin vollständig steril; es soll 1 ccm flüssiges Formalin zur Sterilisation von 1000—5000 ccm Object in 24 Std. genügen. Die Desinfection hat vor der Wäsche stattzufinden, um die Wäscherinnen vor Infection zu schützen. — *Walter*[214] hatte ähnliche Erfolge.

Die so wichtige und schwierige Bücherdesinfection *) erreicht man nach *Ermengem* et *Sugg*[63] vollkommen nur dadurch, dass man die Blätter des Buchs mit 2—4 ccm Formol besprengt und ausserdem die Bücher 24 Stunden lang unter einer vorher luftleer gemachten Glasglocke den Formaldehyddämpfen aussetzt, am besten bei 60°. — *Gerson*[84] erzielte dasselbe Resultat, indem er das Buch mit einigen Tropfen Formalin besprengte und dann unter einer Glasglocke von 3,75 l Inhalt die Dämpfe von 5 ccm Formalin auf dasselbe einwirken liess. — Nach *Lehmann*[132] genügt zur vollständigen Sterilisation eines Buches allein schon das Betropfen der Seiten mit Formol. Er hatte auch sonst günstige Erfolge: so konnte er in einer Kiste einen completen Männeranzug durch Besprengen mit Formalin und Einlegen von Formoltüchern zwischen die einzelnen Schichten mit 30 gr Formalin in 24 Stunden desinficieren. Auch mit Milzbrand inficierte Bürsten liessen sich, wenn sie mit einem Formalintuch umhüllt wurden, in 24 Stunden in der Desinfectionskiste sterilisieren. — *Gerson*[84] stellte ähnliche Versuche an; er bediente

*) Nach *Cazal* et *Catrin*[40] kann ein Buch pathogene Microorganismen enthalten (z. B. Staph. pyog. aur.) und infolgedessen Krankheitsüberträger werden (durch Übertragung von Streptococcen, Pneumococcen, Diphtherie). Eine sichere Desinfection giebt nur der strömende Dampf; er ruiniert nur cartonierte Bücher.

sich einer Kiste von 104 l Rauminhalt. Während ein einfaches Verdunsten von 2 × 25 cm Formalin die in einem zusammengeschnürten Kleiderbündel untergebrachten Proben gar nicht beeinflusste, wurde durch Besprengen des Bündels mit 25 ccm Formalin der Milzbrand in 12 Stunden abgetötet. — Ebenso konnte das Bündel durch Injection von je 1 ccm an 10 verschiedenen Stellen mit einer Spritze völlig sterilisiert werden. Wurde das Bündel mit 55 ccm Formalin von aussen besprengt, so blieben im innern die Sporen der Gartenerde am Leben. — In Kleidungsstücken, die lose in einer Kiste lagen und mit 15 ccm Formalin betropft waren, wurden Cholera in 4 Stunden, Milzbrandsporen in 12 Stunden vernichtet: bei Besprengung mit 55 ccm starb Cholera nach 1, Milzbrandsporen nach 4 Stunden ab. — So sind nach Gerson zur Desinfection eines Männeranzuges 30 gr Formalin notwendig; der Kostenaufwand beträgt 15 Pfg. *Strüver*[196] empfiehlt den Formalinspray zur Desinfection von Schränken und kleineren Räumen.

Weniger günstige Erfolge hatte *Strehl*[194]. Er verwandte zu seinen Versuchen eine 1/4 cbm grosse Sterilisationskiste. Milzbrandsporen und Staphylococcen wurden teils an Fäden aufgehängt, teils in den Taschen von Kleidungsstücken untergebracht. Das Formalin wurde mittels Sprayapparat in der Kiste und auf den Kleidern verteilt; die Kleider wurden in ein Formalintuch eingehüllt und ausserdem wurde noch Formalinfliesspapier zwischen den Stoffen aufgeschichtet. — Das Desinfectionsresultat war bei einer Temperatur von 20° und einem Verbrauch von 50 ccm des reinen Schering'schen Formols nach 24 Stunden völlig negativ. Nur einige Culturen, die vielleicht direct mit der Formalinflüssigkeit in Berührung gekommen waren, gingen nicht an. — An Tapeten wurden bei gleichmässiger Befeuchtung durch einen Formolspray alle Bacterien erst bei Verwendung einer 10%igen Lösung abgetötet (bei einer 5%igen wuchsen noch die Staphylococcen). — So wirkten also die Formoldämpfe auf trocknes Material fast gar nicht, auf feuchtes energisch ein. — *Oehmichen*[153] liess einen Formalinspray auf Stoffe mit anhaftendem tuberculösem Sputum einwirken mit völlig negativem Resultat. — *Freymuth*[74] machte Versuche mit Reinculturen von Cholerastuhl

in einer festgefügten Holzkiste (Maasse 79 : 71 : 67 cm). Mit dem Cholerastuhl wurden Flanellquadrate getränkt und dieselben sodann in der verschiedensten Weise verpackt (teils feucht, teils trocken in Kleidern, Decken, Kissen, die einfach und mehrfach geschichtet wurden). Bei Verbrauch von 1000 gr Formalin (Fliesspapier, welches das Formalin aufgesogen hatte, wurde mehrfach zwischen die Kleider geschichtet) waren Reinculturen und trockne Stuhlproben nach 3 Stunden steril. Wurden dagegen nur 660 gr Formalin verbraucht, so zeigten sich trotz reichlicher Verteilung von Formalinfliesspapier und intensiver Besprengung der Stoffe trockne Proben erst nach 6 Stunden, feuchte erst nach 24 Stunden sterilisiert. Ein Versuch, Proben in einem Federbett oder Schafpelz zu desinficieren (bei starker Besprengung mit 500 ccm Formalin) gelang nicht. — Eine günstige Einwirkung fand also nur auf trocknes Material und in langer Zeit statt: Formaldehyd eignet sich deshalb nicht zur Choleradesinfection (im Gegensatz zu Gegner s. S. 31).

Ermengem et *Sugg*[63] geben auf Grund ihrer Versuche an, dass der Formaldehyd gar nicht zur Kleiderdesinfection benutzt werden könne wegen der grossen notwendigen Menge (mindestens 200 ccm auf 1 hectol.). — Sie legten die Kleider in eine gut verschlossene Kiste von 100 l Inhalt, auf deren Boden sich ein mit Formalinlösung getränktes Handtuch oder Fliesspapier befand. Bei gewöhnlicher Temperatur und einem Verbrauch von 250—1000 ccm Formalin war das Resultat völlig negativ. — Etwas bessere Erfolge erzielten sie, wenn sie zwischen je zwei Kleidungsstücke ein Formolhandtuch legten und die ganzen Kleider in Kautschuk einhüllten, bei einem Verbrauch von 500 gr auf 100 l. — Das Besprengen der Kleidungsstücke ist erfolgreicher; doch entsteht hierbei ein unangenehmer Geruch, und ausserdem werden die Kleidungsstücke leicht fleckig. — Höhere Temperatur wirkt sehr günstig. So kann man das Desinfectionsresultat, welches bei 15° in 48 Stunden erreicht wird, bei 50° schon in 2 Stunden erreichen, selbst mit 150 ccm Formalin pro Hectoliter Raum.

Das Gesamtresultat dieser Desinfectionsversuche mit dem Formaldehydgase, das sich durch einfaches Verdunsten aus seinen Lösungen entwickelt, ist, was die praktische Verwendung desselben anbetrifft, kein sehr günstiges, obwohl das Formaldehydgas an sich eine grosse keimtötende Kraft besitzt.

Der Grund hierfür liegt einmal darin, dass sich die Formaldehyddämpfe nicht gleichmässig mit Luft mischen, ferner darin, dass das Formaldehydgas als solches nicht vollständig in der Atmosphäre verbleibt, sondern sich zum Teil in Polymerisationsproducte (Paraformaldehyd und eine Mischung mehrerer Körper aus verschiedenen Polymerisationsphasen) umwandelt, welche desinfectorisch unwirksam sind. Diese unliebsame Eigenschaft tritt weniger hervor, wenn man der Formalinlösung ein Neutralsalz (z. B. $CaCl^2$) zusetzt; sie verschwindet ganz, wenn das Gas unter einem Druck von mehreren Atmosphären entwickelt wird. (s. Autoclav von Trillat). — Ein dritter Grund für ungenügende desinfectorische Wirksamkeit des Formaldehydgases ist in der Bildung des Methylals zu suchen, einer Verbindung zwischen Methylalcohol und Formaldehyd, welche dann zu stande kommt, wenn die verwandte Formalinlösung mehr wie 1% Methylalcohol enthält (s. S. 7).

So lassen sich mit Sicherheit nur kleinere Gegenstände sterilisiren und zwar solche, bei denen das Gas nicht in eine grosse Tiefe zu dringen braucht; dazu gehören Instrumente, Verbandstoffe, Catheter etc. (s. S. 36 ff.); über die verhältnismässig geringe Tiefenwirkung der Dämpfe s. S. 35 ff. — Dagegen stösst die Desinfection von Kleidern (s. S. 35 ff.) und Büchern (s. S. 45 ff.) auf grosse Schwierigkeiten. Auch eine sichere Zimmerdesinfection (s. S. 34 ff.) ist schwer und nur mit so grossen Formalinmengen zu erreichen, dass sie in der Praxis wegen des Kostenpunktes nicht durchzuführen ist.

Etwas bessere Erfolge bietet die Anwendung bewegter Formaldehyddämpfe (s. S. 38 ff.) und des Formaldehydsprays (s. S. 44 ff.). Doch der Spray hat die Nachteile, dass er auf Objecten, welche die Feuchtigkeit nicht vertragen können, Flecken macht und

ausserdem einen höchst unangenehmen fest den Wänden anhaftenden Geruch hinterlässt. (*Galibert*,[78] *Miquel*[145], *Trillat*[207]). *Miquel* widerrät deshalb geradezu die Verstäubung.

Bei allen Desinfectionsversuchen stellte sich heraus, dass eine höhere Temperatur die Einwirkung der Formaldehyddämpfe begünstigt (s. S. 32 ff.); ein höherer Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der Objecte hat nach *Ermengem* et *Sugg*[63], *Pottevin*[165], *Oehmichen*[153], *Schepilewsky*[179], *Strehl*[194] (s. S. 34 ff.) einen günstigen, nach *Bosc*[28], *Foley*[68], *Freymuth*[74], *Trillat*[208] (s. S. 33 ff.) einen ungünstigen Einfluss.

Die Formaldehyddämpfe ruinieren keinen der zu desinficierenden Gegenstände wie Möbel, Bilder, Gardinen, Metall, Kleider, Pelz, Leder etc. (vergl. *Ascoli*[9], *Bardet*[13], *Bosc*[28], *Dieudonne*[52], *Dubief-Thoinet*[57], *Galibert*[78], *Gegner*[80], *Gerson*[84], *Horton*[101], *Lehmann*[132], *Miquel*[145], *Roux-Trillat*[171], *Schepilewsky*[179], *Stahl*[190], *Trillat*[205]).

Von Farben werden nur wenige verändert. Safranin, Fuchsin und Rosanilin werden etwas bläulichviolett*), einige andere stickstofffreien Farben etwas gelblich (*Bardet*[13], *Trillat*[205]).

So eignet sich der Formaldehyd, weil er fast nichts zerstört, besonders zur Desinfection zarter Objecte, welche den strömenden Dampf nicht vertragen können.

In der Praxis wird man durch spontanes Verdunsten von Formaldehydlösungen nur kleine Objecte, wie Leder, Schachteln, Bürsten, Instrumente, Verbandstoffe etc. auf eine der beschriebenen Methoden (unter der Glasglocke oder in der Sterilisationskiste) desinficieren.

2. Wirkung der Formaldehyddämpfe, welche durch Oxydation des Methylalcohols erzeugt werden.

Die Apparate, welche zur Oxydation des Methylalcohols dienen, haben meist die Form von Lampen. Der Alcohol wird entweder durch die Capillarkraft eines Dochtes angesogen, an

*) Man kann dies Verhalten, sowie das Unlöslichwerden der Gelatine dazu benutzen, um die Verbreitung der Formaldehyddämpfe im Desinfectionsraume festzustellen: bläut sich an irgend einer Stelle mit Fuchsin versetzte Gelatine und wird sie unlöslich, so ist hierdurch der Beweis erbracht, dass die Dämpfe bis dorthin gedrungen sind. (*Galibert*[78]).

dessen Oberfläche er verdampft (*lampes à capillarité*) oder durch Erhitzen oder einen comprimierten Luftstrom in Dampfform übergeführt. Die Alcoholdämpfe werden sodann durch ein rotglühendes Platinnetz oder ein anderes Oxydationsmittel geleitet und an demselben flammenlos verbrannt, d. h. durch unvollkommene Oxydation in Formaldehyd umgewandelt.

Die einzelnen Apparate sind folgende:

Die Lampe von *Tollens*[200] auf Grund des *Hofmann*'schen Verfahrens (s. S. 6) construiert, hat ein gläsernes Bassin, welches mit Methylalcohol gefüllt wird. Der wenig hervorragende Docht wird von einer 2 cm hohen und fast 1 cm im Durchmesser haltenden Haube aus feinem Platindrahtnetz umgeben: diese Haube ist cylindrisch und oben rund abgeschlossen. — Bringt man an den unteren Teil des Platinaufsatzes ein brennendes Zündholz, so zeigt sich eine kleine Flamme, welche das Platinnetz zum Glühen bringt; setzt man nun den Glashut der Spirituslampe einen Moment auf, so verlischt die Flamme, und es beginnt nach sofortiger Entfernung des Hutes die Umwandlung der Alcoholdämpfe an dem stets glühend bleibenden Platin in Formaldehyd. — Zur Vermeidung des Erscheinens einer wirklichen Flamme bei Luftzug kann die Lampe mit einem Schornsteinaufsatz versehen werden. (Eine Abbildung der Lampe findet sich bei *Orth*[158]). Die Lampe wurde von *Robinson* modificiert. — *Jäger*[106] empfiehlt eine ähnliche Lampe mit Platinaufsatz; bei derselben kommt es jedoch leicht zur Flammenbildung.

Die Lampe von *Trillat*[206] ähnelt ebenfalls sehr der Tollens'schen. Sie ist regulationsfähig durch ein Gehäuse, welches sich über dem Docht befindet und oben wie unten mit mehr oder weniger verschliessbaren Öffnungen versehen ist. — *Trillat*[205, 206] modificierte diese Lampe vielfach; so vergrösserte er sie in der Weise, dass er mit derselben pro die 5 klg Methylalcohol in Formaldehyd umwandeln konnte; — er brachte ferner, um eine grössere Menge Formaldehyd zu erzeugen, mehrere Lampen auf einem gemeinsamen Recipient an. Der Recipient ist quadratisch, von 40 cm Länge und 6 cm Höhe und besitzt 16 Öffnungen für Dochte, welche Platinhütchen tragen. — Ein weiterer Apparat von *Trillat*[13] besteht aus einem Kessel, welcher, auf einem

Wasserbad erwärmt, 4 Dampfstrahlen von Methylalcohol auf vorher erhitzte Platinkegel sendet.

Krell und *Barthel*[121] konstruierten eine Lampe analog einer Lötlampe; sie wird mit Methylalcohol gefüllt; die aus dem horizontalen Dochtrohr entweichenden Spiritusdämpfe werden erwärmt und entzündet bis zum Entstehen einer Stichflamme; sodann wird ein Platingeflecht in das Ausströmungsrohr hineingebracht und die Flamme ausgelöscht. — *Dieudonné*[52] und *Pfuhl*[161] modificierten die Lampe derart, dass sie ein Mundstück anbrachten, durch dessen Aufsetzen oder Herunterklappen die Flamme verlöscht und die Lampe regulirt werden kann. (Abbildung der Lampe s. Dieudonné). — Das Mundstück wurde wiederum von *Krause*[119] verändert: er brachte am Ausströmungsrohr ein engeres Rohr mit einer beweglichen Klappe an; diese wird heruntergeklappt, sobald die Stichflamme erschienen ist (das Platinnetz fällt dabei fort). Die Luftregulierungslöcher vermehrte er und erhielt so eine grössere Formaldehydausbeute.

Über die Wirkungsweise dieser Lampen liegt folgende Litteratur vor:

Trillat[206] war im stande, mit seiner einfachen Lampe in Räumen von 30—75 cbm Inhalt bei 24stündiger Brenndauer die gewöhnlichen Bacterien, die Bacterien der Abwässer und des Staubes abzutöten. Diese im Sommer angestellten Versuche fielen bei einer Wiederholung im Winter negativ aus. — Mit der grösseren Lampe (s. S. 50) gelang es *Trillat*[205] die Microorganismen des Staubes in einem Zimmer von 20 cbm bei Verbrauch von 200 gr Alcohol in 8 Stunden, in einem Saal von 300 cbm bei Verbrauch von 2 klg Alcohol in 24 Stunden abzutöten. In einem Zimmer von 50 cbm. konnte er die inficierten Wände und Stoffe bei Verbrauch von 650 gr Alcohol in 10 Std. sterilisieren. In einem Krankenzimmer von 45 cbm mit Mobiliar wurden die Keime des Staubes, Milzbrand- und Tuberkelbacillen in 4 Stunden fast sämtlich vernichtet, selbst wenn die Dämpfe etwas in die Tiefe dringen mussten. Die Wirkung der Dämpfe war in allen Zimmerhöhen dieselbe. — *Foley*[68] dagegen hatte bei Benutzung einer grossen Trillat'schen Lampe von 1 l Capacität (Zimmer von 45 cbm; Verbrauch von 200 ccm Alcohol;

Temperatur: 15°; Desinfectionsdauer: 5 Stunden) ungünstige Resultate. — Auch *Vaillard* et *Lémoine*[210] konnten mit 2 Lampen bei Verbrauch von 13 l Methylalcohol in 24 Stunden einen Saal von 660 cbm nicht desinficieren: von den verschiedensten Bacterien (in Blut, Sputum, Faeces auf Leinwandstücken etc.) wurden nur einige ganz in der Nähe des Apparates placierte abgetötet.

Mit den Lampen, welche einen gemeinsamen Recipient besitzen (s. S. 50) erzielte *Trillat*[206] ziemlich gute Erfolge. Dagegen erwies sich der Apparat, welcher die 4 Dampfstrahlen entsendet, nach *Bardet*[13] als unzureichend: in einem Saal von 300 cbm, der allerdings durch einen warmen Abzug ventiliert wurde, waren nach mehreren Tagen Milzbrandbacillen nicht abgetötet, höchstens etwas in ihrer Virulenz abgeschwächt.

Mit der modificierten Krell-Barthel'schen Lampe (s. S. 51) stellte *Dieudonné*[52] folgende Versuche an: Er liess die Lampe 15 Minuten unter einer 21 l fassenden Glasglocke brennen (Alcoholverbrauch 2,7—8 gr), nahm sie dann heraus und brachte die Objecte unter die Glocke. Es wurden abgetötet: Cholera in 2 Min., Typhus in 5 Min., freie Milzbrandsporen in 1 Stunde, verpackte in 1½ Std., die Bacterien des Staubes in 3 Std. — Bei einem Alcoholverbrauch von 8,3 gr gingen Milzbrandsporen in einem Hundefell in 1½ Std. zu Grunde. — Ein Raum von 28,4 cbm konnte durch einen Alcoholverbrauch von 320 gr bei 10° Temperatur in 24 Std. völlig sterilisiert werden (die Kosten dieser Zimmerdesinfection würden 60 Pfg. betragen).

Pfuhl[161] verwandte ebenfalls Krell'sche Lampen (modificiert s. S. 51) von 200 ccm Capacität und hatte weniger günstige Erfolge. Er experimentierte in Zimmern von verschiedener Grösse; seine Objecte, welche er auf Tischen und dem Fussboden verteilte, bestanden aus tuberculösem Sputum, Reinculturen der verschiedensten Bacterien, Wäsche mit Eiter inficiert, Seidenfäden und Holzsplittern mit Reinculturen, Staub etc. Die Lampen wurden auf Tischen und dem Fussboden aufgestellt. Sämtliche Ritzen des Zimmers wurden mit Papierstreifen verschlossen. Die Temperatur schwankte zwischen 9 und 16°. Die Einwirkungsdauer der Dämpfe betrug 20 Stunden. Wegen der starken Reizwirkung der Dämpfe war es Pfuhl fast unmöglich, die Lampen,

welche vorher angezündet werden mussten, in den Raum hineinzubringen; so konnte in einem Raum von 92 cbm höchstens 8 Lampen aufstellen. Die Resultate waren folgende:

Es wurden abgetötet:	bei Verbrauch von Methylalcohol pro cbm	
	frisch	ausgetrocknet
Tuberkelbacillen:	14,1 gr	15,7 gr
Typhus:	12,3 „	47,1 „
Diphtherie:	6,0 „	21,2 „
Streptococcen:	4,6 „	6,0 „
Staphylococcen:	41,1 „	62,8 „

Frische Culturen wurden also leichter abgetötet wie angetrocknete. Dagegen wurden nicht abgetötet:

Cholera noch nicht bei einem Verbrauch von							14,1	gr	Alçohol	pro cbm
Milzbrandsporen noch nicht bei einem Verbrauch von							94,1	gr	Alcohol	pro cbm
Tetanussporen	„	„	„	„	„	„	94,1	„	„	
Staub	„	„	„	„	„	„	94,1	„	„	

Auch *Walter*[215] und *Niemann*[150] hatten mit Krell'schen Lampen Misserfolge. So konnte *Walter*[215] weder einen Raum von 30 cbm mit 2 Lampen bei einer Brenndauer von 19—24 Std., noch einen Raum von 62,5 cbm mit 8 Lampen in 20 Std. desinficieren. Im ersten Fall waren überhaupt gar keine Microorganismen abgetötet, im zweiten nur wenige.

Niemann[150] liess eine Lampe von 500 ccm Capacität in einem Zimmer von 23 cbm 210 gr Alcohol in 15 Std., ein anderes Mal 347 gr Alcohol in 20 Std. und endlich 359 gr Alcohol in 24 Std. verbrennen. Beim ersten Versuch wurden nur 2 Typhusfäden, beim zweiten und dritten nur 1 Diphtherie- und 1 Typhusfaden sterilisiert: alle übrigen Keime zeigten nicht die geringste Beeinflussung.

Nach *Wieber*[219] ist ebenfalls die Wirkung der Barthel'schen Lampe sehr gering. Er experimentierte mit Milzbrandsporen (an Fäden angetrocknet), tuberculösem Sputum und Diphtheriemembranen (wenige Diphtheriebacillen und viele Streptococcen enthaltend). Die Resultate waren schlecht. Wieber führt die Misserfolge auf die Unmöglichkeit zurück, in der Praxis ein Zimmer so abzuschliessen, dass es den Dämpfen unmöglich sei, durch Fenster- und Thürritzen zu entweichen.

Krause[119] liess die Formaldehyddämpfe, die er mit der der von ihm modificierten Krell'schen Lampe (s. S. 51) erzeugte, in einer Kiste, in welche das Brennrohr hineinpasste, auf Bacterien und Milben einwirken. Er verbrannte 98%igen Holzgeist vom spec. Gew. 0,80. — Die Milben starben ziemlich schnell; etwas langsamer, wenn sie in der intacten Haut eines wegen Raude getöteten Hundes den Dämpfen ausgesetzt wurden. Von den Bacterien wurden abgetötet:

Milzbrandbacillen	in 15 Min.	bei 30 gr	Holzgeistverbrauch.
Hühnercholera	in 8—10 Min.	20 „	„
Schweinerotlauf	8—10 „	20 „	„
Prodigiosus	in 30 resp. 20 Min.	bei 25 resp. 50 gr	„
Milzbrandsporen	in 2 Stunden	bei 50 gr	„
„	1¾ „	100 „	„
„	1 „	200 „	„

Fassen wir die Desinfectionserfolge, welche mit diesen einfachen Lampen erreicht sind, zusammen, so müssen wir dieselben als unzureichend für eine Zimmerdesinfection bezeichnen.

Die Lampen können in der Praxis nur zur Desodorierung oder vielleicht zur Desinfection kleiner Schränke dienen. Diesbezügliche Angaben machen *Doty*[55] und *Lederle*,[131] *Englund* und *Nils*,[62] *Fayollat*,[64] *Foley*,[68] *Funck*,[76] *Orth*,[158] *Roux* et *Trillat*[171].

Der Grund für die Misserfolge ist darin zu suchen, dass einmal die Formaldehyddämpfe nur zum Teil in den Desinfectionsräumen verbleiben (nach *Strüver*[196] lassen sich im gut verschlossenen Schrank nach 24 Stunden nur noch 41% des Anfangsgehaltes an Formaldehyd nachweisen). Die Dämpfe entweichen teils durch Thür- und Fensterritzen, teils wandeln sie sich in unwirksame Polymerisationsproducte um (s. S. 48). — Der Hauptgrund ist jedoch der, dass die Lampen eine viel zu geringe Ausbeute an Formaldehyd bieten. So werden nach *Strüver*[196] und *Brochet*[29] nur 5—10% des angewandten Alcohols in Formaldehyd umgewandelt, die 90—95% verbrennen zu Kohlensäure und Wasser. — Wollte man also eine wirkliche

Desinfection mit diesen Lampen erzielen, so müsste man ungeheure Mengen von Alcohol verbrennen. Da nach *Strüver*[196] pro cbm 3,8 gr Formaldehyd (= 60 gr Alcohol) zur Abtötung von Wuchsformen und die doppelte Menge zur Abtötung von Sporen notwendig ist, so müsste man z. B., um einen mittelgrossen Krankenraum von 200 cbm zu desinficieren, 12 resp. 24 l Alcohol (im Preise von 20 resp. 40 Mark) verbrennen.

Ein Übelstand dieser Lampen ist weiter die Entwicklung von Kohlenoxydgas, das sich bei jeder unvollkommenen Verbrennung bildet. Die Menge desselben beträgt nach *Brochet*[29] 3—5% des verbrannten Alcohols. Ein so bedeutender CO gehalt der Luft kann unangenehme Folgen haben.

Etwas günstigere Resultate bietet ein Apparat von *Cambier* et *Brochet*[38] (Abbildung s. revue d'hygiène 1895, S. 123 u. 124). Die Einrichtung desselben ist folgende: Aus einer mit Methylalcohol gefüllten grossen Flasche werden die Dochte mit 8 Brennern getränkt. In diesen erfolgt die Formaldehydbildung dadurch, dass vermöge eines von unten kommenden Luftstroms die Alcoholdämpfe zu einem glühenden Platinnetz geleitet werden. Durch verschieden starke Luftzufuhr zu den Brennern (wie bei einem Bunsenbrenner) kann die Menge des zu producierenden Formaldehyd reguliert werden. So gestattet dieser Apparat, gemessene Mengen von Formaldehyd während beliebig langer Zeit in die Atmosphäre überzuführen. Der Apparat kann in der Stunde 1 klg Alcohol verbrennen.

Cambier Brochet[39] benutzten denselben zu folgenden Versuchen: Unter einer Glocke von 20 l Rauminhalt wurde Staub (aus den Bedürfnisanstalten der Kaserne) sterilisiert nach 3 Min. Brenndauer und Oxydation von 0,66 gr Methylalcohol. — Milzbrandsporen wurden abgetötet nach 3 Min. Brenndauer und 20stündiger Einwirkung der Dämpfe bei Oxydation von 0,5 gr Alcohol, ebenso nach 1 Min. Brenndauer und 68stündiger Einwirkung der Dämpfe bei Oxydation von 0,2 gr Methylalcohol. — In einem Saal von 75 qm Fläche wurden bei Verbrennung von 900 gr Methylalcohol und 24stündiger Einwirkung der Dämpfe

die Staub- und Fäulnisbacterien im ganzen Saal abgetötet. Schimmelpilze erwiesen sich als widerstandsfähiger. Subtilissporen konnten selbst durch 4800 gr Alcohol nicht abgetötet, sondern nur abgeschwächt werden. — Die Autoren führen diese weniger günstige Wirkung auf die zahlreichen Lücken des in Zerfall begriffenen Saals zurück. — *Foley* [68] liess in einem Zimmer von 45 cbm einen solchen Apparat mit 4 Brennern und ausserdem eine Trillat'sche Lampe bei einer Temperatur von $15^1/_2{}^0$ 1 Liter Alcohol verbrennen; nach 10 Stunden waren nur Sporen und Schimmel noch lebensfähig. — In einem Raum von 3 cbm wurden durch den Cambier-Brochet'schen Apparat mit 4 Brennern bei einer Temperatur von 18^0 und einem Alcoholverbrauch von 550 ccm in 10 Stunden alle Keime abgetötet. — *Miquel* [145] befürwortet sehr den Gebrauch dieses Apparates zur Desinfection von Räumen. — *Dubief* et *Thoinot* [57] bedienten sich desselben zur Abtötung der Milzbrandkeime in Fellen (anlässlich von tötlichen Milzbrandcarbunkeln, welche bei Arbeitern beobachtet wurden).

Doch auch der Apparat von Cambier et Brochet besitzt neben seiner ziemlich günstigen desinfectorischen Wirksamkeit, da er ja auf demselben Princip wie die Lampen beruht, viele Nachteile, unter anderem die Erzeugung von CO (nach *Cambier* et *Brochet* [38] 3,6% des verbrauchten Alcohols).

In diese Gruppe gehört noch ein Apparat, der eine sehr gute Wirkung entfaltet; es ist dies der „*appareil à oxydation d'alcool méthylique*“ oder „*appareil formogène à projection*“ von *Trillat* (Abbildung desselben s. Arbeit von *Bardet* [13], p. 404). Der Apparat besteht aus einem cylindrischen Kupferrecipient von 8—10 l Capacität; dieser taucht in ein Wasserbad, welches mit Gas geheizt wird. Der Kupfercylinder hat an seinem oberen Ende eine Ausbuchtung, welche 8—10 radiär divergierende Kupferröhren trägt. Diese Röhren haben einen Durchmesser von 1 cm, sind an ihrem äusseren Ende bis auf eine capilläre Spitze geschlossen und wiederum von cylindrischen Kupferröhren umhüllt, welche in ihrem Inneren die Substanz zur Oxydation

des Methylalcohols enthalten: ein (rotglühendes) Kupfergewebe, das in seiner Mitte eine dünne Platinplatte trägt (es kann auch Platin und Kupfer allein, ferner Coaks oder Kohle verwandt werden — s. *Trillat*[204]). Der Luftzutritt in das innere kann geregelt werden. — Nach Füllen des Apparates zu 3/4 und Erwärmen des Wasserbades auf 72—74° werden die ausströmenden Alcoholstrahlen zunächst angezündet; sobald das Kupfer glüht, werden die Flammen ausgelöscht. — Der Apparat kann, statt durch Erhitzen, auch durch comprimierte Luft betrieben werden, welche sich beim Streichen durch den Methylalcohol mit dessen Dämpfen sättigt. Bei diesem Betrieb ist die Möglichkeit einer Explosion oder des Erlöschens ausgeschlossen. Der Apparat kann 3 l Alcohol in der Stunde oxydieren. Seine Bedienung ist spielend leicht.

Trillat[206, 208] hat mit diesem Apparat ca. 200 Versuche angestellt in Räumen von 100—400 cbm (in möblierten Einzelzimmern, in mehreren Räumen zugleich, welche in derselben oder in 2 Etagen lagen; in letzterem Fall wurde die Communication durch die Treppe hergestellt), bei einer Versuchsdauer von 2—10 Stunden, einem Alcoholverbrauch von 5—8 l, und einer Temperatur von 12—16°. Im Durchschnitt kamen auf 100 cbm 2—3 l Alcohol (Preis 2 fr. 50 c.); so verwandte er in einem Fall 8 l Alcohol zur Desinfection von 10 Zimmern (Inhalt 400 cbm) bei einer Desinfectionsdauer von 9 Stunden. — Als Testobjecte dienten: Milzbrand, Diphtherie, Tuberkelbacillen, Staph. aur. an sterilen Leinwandstückchen angetrocknet. — Das Resultat war gut: die nach der Desinfection mit den Proben geimpften Tiere blieben sämtlich gesund; von den Röhrchen, auf welche abgeimpft worden war, zeigten nur 5—6% nach 14 Tagen eine Trübung oder Häutchenbildung, was auf zufällige Verunreinigungen (wie Schimmel) zurückzuführen war. Nur ein Fall blieb zweifelhaft. — Ein starker Feuchtigkeitsgehalt erwies sich als ungünstig für die Desinfection. Man soll deshalb nach Trillat den Raum vorher anheizen. Als weitere Vorschriften sind zu befolgen: Fenster, Abzüge und äussere Thüren sollen fest verschlossen werden, die inneren Thüren dagegen offen bleiben. Die zu desinficierenden Kleider sollen möglichst aus-

gebreitet werden. — Die Aufstellung des Apparates erfolgt am besten an der tiefsten Stelle (so bei Desinfection mehrerer Etagen unten im Treppenhaus).

Bardet[13] berichtet über folgende mit Trillat zusammen ausgeführte Versuche. Zu denselben diente eine Wohnung von 210 cbm und ein Etagenhaus von 310 cbm; im letzteren wurde der Apparat im Erdgeschoss aufgestellt, sodass die Dämpfe durch das Treppenhaus in die obere Etage dringen konnten. Die Versuchsdauer betrug 2—25 Std.; der Alcoholverbrauch 1—3 Liter. Als Testobjecte dienten Milzbrand, Diphtherie, Staphylococcen, Tuberkelbacillen, teils an Leinwand, Plüsch, Wolle, teils an Holz angetrocknet, ferner Staub und Abwässer. Die Abimpfungen nach der Desinfection erfolgten nur auf Meerschweinchen (weil das Nichtwachsen in Bouillon möglicherweise von übertragenem Formaldehyd herrühren kann). — Der Erfolg war der, dass kein Tier an einer den Objecten entsprechenden Krankheit einging. Drei Meerschweinchen starben an accessorischen Krankheiten. — Im Mittel genügt nach Bardet eine Desinfectionsdauer von 6 Std. für 300 cbm und ein Verbrauch von 4—6 Litern Alcohol auf 2—300 cbm Raum. — Da die Dämpfe eine bedeutende Tiefenwirkung zeigten, nahm Bardet an, dass dieselben sich im inneren der Gegenstände zu Trioxymethylen polymerisieren, dann wieder langsam verdampfen und während dieser ganzen Zeit fortwährend desinfectorisch wirken (— diese Angabe findet sich sonst nirgends in der Litteratur —). Zur Entfernung der Dämpfe ist eine Lüftung von 4—24 Stunden ausreichend.

Roux et *Trillat*[171] liessen die durch den Apparat bei 8stündiger Brenndauer erzeugten Dämpfe in einem Zimmer von 78 cbm (mit schlecht schliessenden Thüren) auf die verschiedensten Bacterien einwirken; dieselben befanden sich auf Papier, Leinwand, Holz, in Kleidern, dem Haar einer Matratze etc. Bei einem Verbrauch von 5 l Methylalchol wuchs, nach 6 Std. entnommen, nur Bact. coli und Milzbrand am 30. Tag; nach 14 Std. entnommen nur noch der b. pyocyaneus am 4.—30. Tage; alles übrige war abgetötet. — Auch die Luft- und Staubdesinfection gelang unter denselben Bedingungen gut. (Es wurden in jedem Falle 50 l Luft und der Staub von einem qdem Wand oder

Fussboden zur Untersuchung benutzt): Die Luft enthielt nach der Desinfection nur noch ½ % der Keime, die sie vorher enthalten; der Wandstaub wurde völlig sterilisiert, und der Keimgehalt des Bodenstaubes betrug nur noch 0,016% des Anfangsgehaltes.

Vaillard et *Lémoine*[210] experimentierten mit demselben Apparat in einem Zimmer von 39 cbm. Die Desinfectionsdauer betrug 24 Stunden. Von einer grossen Anzahl Bacterien widerstanden der Desinfection nur die Sporen von Tetanus und Heubacillus und der b. des malignen Ödems; die ersteren beiden zeigten Entwicklungshemmung. — Faeces liessen sich nicht sterilisieren.

Überblicken wir noch einmal die bisher beschriebenen Apparate, so finden wir, dass nur der Apparat von *Cambier-Brochet* uud der letzterwähnte von *Trillat* einen Anspruch auf praktische Verwendung haben. Der von Trillat bietet die besten Resultate; doch auch er ist an Wirkung noch unterlegen dem im folgenden Kapitel zu besprechenden „Autoclave formogène" von Trillat.

3. Wirkung der Formaldehyddämpfe, welche mit Hülfe complicierterer Apparate erzeugt werden.

In dieser Gruppe sind 3 Apparate zu besprechen und zwar von *Rosenberg*, *Schering* und *Trillat**).

Der Apparat von *Rosenberg*[168] besteht aus einem Verdunstungsbrenner, auf welchem „Holzin" (blau) verdampft wird. Das *Oppermann*'sche Holzin ist eine Lösung von 35% reinem Formaldehyd in verdünntem (60%igen) Methylalcohol. Rosenberg setzte 5% Menthol hinzu und lässt diese Mischung auf einem Asbestteller mittels eines lange glühenden Glühkörpers verdampfen.

Die Vorteile dieser Methode sollen, den anderen gegenüber, folgende sein: es entwickelt sich kein Kohlenoxydgas; es findet

---

*) Ein vierter Apparat von *Walther-Schlossmann*[215a] (Dresden), in welchem eine Mischung von Formaldehyd, Glycerin und Wasser zur Anwendung kommt, wurde mir während des Drucks der Arbeit bekannt.

keine Polymerisation statt; es sind nur ganz geringe Mengen von Holzin (5—15 ccm) zur Desinfection eines Zimmers notwendig. Der Gehalt an Menthol nimmt den Formaldehyddämpfen ihre Reizwirkung, verhindert eine Explosion und die Bildung des desinfectorisch unwirksamen Methylals (s. S. 7 u. 48).

Der Verdunstungsbrenner besteht aus einem Messingcylinder, welcher in einen kurzen und langen Kohlenbehälter geteilt ist; je nach der Grösse des zu desinficierenden Raumes beschickt man einen derselben mit 1 resp. 2 Kohlenkörperchen, die vorher zum Glühen gebracht worden sind; hierauf wird der Deckel aufgesetzt und auf seine Oberfläche, die einen Asbestteller darstellt, Holzin (blau) aufgegossen (Vorschrift: für 1 cbm Raum 1—5 ccm Holzin). Es dürfen nicht mehr wie 15 ccm auf einmal aufgegossen werden; reicht das Quantum nicht, so kann man noch 15 ccm in den Metallbecher füllen, welcher an dem Aufsatz des Verdunstungsbrenners befestigt ist; die Flüssigkeit tropft dann allmählich auf den Asbestteller ab.

Die Erfolge, welche *Rosenberg*[169] mit seinem Apparat in der Zimmerdesinfection erzielte, müssen als geradezu ideal bezeichnet werden.

In einem Zimmer von 150 cbm liess *Rosenberg*[169] 150 ccm Holzin verdampfen; nach 30 Min. setzte er offene ungeimpfte Gelatineschalen 1, 2 und 3 Stunden lang in das Zimmer hinein; dieselben blieben später steril bis auf ganz wenige Keime. Daraus folgt, dass die Zimmerluft sterilisiert war, dass ferner Gelatine in der Holzinatmosphäre als Nährboden nicht untauglich wird*). In einem Trockenschrank von 80 cbdm wurden durch 10 ccm Holzin in 20 Min. an Seidenfäden angetrocknete Streptococcen, Typhus, Cholera, Diphtherie und Milzbrandsporen insgesamt abgetötet. — Eine ebenso sichere Desinfection erfolgte in einem 2 cbm grossen Schrank durch 10 ccm Holzin 1 Std., in einem Zimmer von 45 cbm durch 225 ccm Holzin in 1, 2, 3 Stunden. — Ja selbst in Leinwand, Flanell und Fliesspapier eingewickelte Keime und Sporen konnten in einem Zimmer von 50 cbm durch 250 ccm

*) Durch den Aufenthalt in einer Formaldehydatmosphäre (durch den Trillat'schen Autoclaven erzeugt) wird sowohl Agar als Gelatine zum Nährboden völlig untauglich. (s. später Versuch IV am Ende).

Holzin in 2—3 Stunden abgetötet werden. Von günstiger Wirkung war das vorherige Aufwaschen des Fussbodens mit Holzin (100 ccm Holzin auf 10 l Wasser). — Es gelang ferner, in einem Raum von 12,5 cbm mit 100—110 ccm Holzin in 1—3 Stunden sogar alle die Keime und Sporen zu vernichten, welche in Fliesspapier eingewickelt in Westen, Rocktaschen, Rockärmeln, einem Federdaunenbett und einem Rosshaarballen von 3 kgr Gewicht in bedeutender Tiefe untergebracht waren. — Bei allen Versuchen waren Thür und Fenster dicht verschlossen; der durchschnittliche Verbrauch von Holzin betrug 5 ccm pro cbm Raum, die Desinfectionsdauer 3 Stunden.

Nach *Strüver*[196] ist das Holzin dem Formaldehydspray etwa gleichwertig. Zur Desinfection sind jedoch immer mehrere Apparate notwendig; es müssen ferner pro cbm Raum 7 ccm Holzin verwandt werden, um nicht sporentragende Keime, 10 ccm Holzin, um Sporen abzutöten; die Sporen werden ausserdem nur dann vernichtet, wenn sie den Dämpfen frei zugänglich oder höchstens leicht bedeckt sind.

Niemann[150] erfand den Rosenberg'schen Apparat für die Zimmerdesinfection als völlig untauglich. Er liess denselben in einem Raum von 23 cbm 7, 10, 15 und 22 Stunden lang seine Einwirkung auf pathogene Microorganismen entfalten. Das Resultat war entweder völlig negativ, oder es zeigte sich höchstens eine geringe Entwicklungshemmung (bei Milzbrand, Staphylococcen, Typhus). Typhus war in einigen wenigen Fällen abgetötet.

Da auch andere nicht veröffentlichte Versuche (s. auch *Walter*[215]) die zweifelhafte Wirkung der Holzinmethode bestätigen, dürften somit die Rosenberg'schen Versuche als nicht einwandsfrei anzusehen sein.

Auf einem anderen Princip beruhen 2 Apparate, welche die chemische Fabrik auf Actien (vormals E. Schering) herstellt. Es sind dies die Formalin-Desinfections-Desodorier-Lampe „Hygieia“ und der Formalin-Desinfector „Aesculap“.

In beiden kommt der Formaldehyd in Form fester Pastillen (= fest comprimiertes Trioxymethylen) zur Verwendung. Eine

solche Pastille von 100% Formaldehydgehalt und 1 gr Gewicht ist im stande, 1 gr reines Formaldehydgas zu entwickeln, entspricht also 2½ gr des flüssigen 40%igen Formalins.

Die Lampe „Hygieia“ wird mehr zur Desodorierung, wie zur Desinfection benutzt. Sie besteht aus einem mit Docht versehenen Spiritusbassin, welches einen Glascylinder trägt. In diesem Cylinder befindet sich oben ein Behälter, in welchem die zur Vergasung bestimmten Pastillen gelegt werden. — Wird der Docht angezündet, so vermengen sich die Feuergase mit dem sich aus den Pastillen entwickelnden Formaldehyd zu einem desinfectorisch wirksamen Gas. Zur Desinfection wird der Docht hochgeschraubt und es kommen eine grössere Anzahl von Pastillen (40—50 für ein mittelgrosses Zimmer — Dr. *Griffith*), ev. 2 Lampen in Anwendung. — Nach *Kobert-Möller*[116] waren in einem Zimmer bei Verbrauch von 1½—2 Pastillen pro cbm nach 36 Stunden Tuberkelbacillen, Diphtherie, Streptococcen, Staphylococcen, Bact. coli und Rosahefe abgetötet.

Zur Desodorierung von Wohnräumen sind nur 1—3 Pastillen notwendig; dieselben werden bei niedrig geschraubtem Docht ganz langsam in einem Einsatze vergast, welcher oben in den Behälter eingesetzt wird.

Der Desinfector „Aesculap“ (Abbildung s. Arbeit von *Aronson*[8] S. 4) besteht aus einem cylinderförmigen Blechmantel, welcher in seinem oberen Teil einen Einsatz trägt. Dieser Einsatz ist zur Aufnahme der Pastillen bestimmt (er kann 100—150 fassen) und besitzt seitlich oben mehrere Schlitze. Unter dem Blechmantel ist ein Spiritusbassin mit einer grösseren Anzahl Brennern angebracht; dasselbe soll durchschnittlich doppelt so viel ccm Spiritus enthalten, als Pastillen verwandt werden. Wird der Spiritus angezündet, so vermischen sich die Verbrennungsgase (CO^2, HO^2), welche durch die Schlitze des Einsatzes hindurchstreichen, mit den aus den Pastillen entweichenden Formaldehyddämpfen; auf diese Weise wird eine Polymerisation vermieden und eine möglichst ausgiebige Verteilung der Dämpfe im Desinfectionslokal erreicht.

Aronson[8] prüfte zuerst den Apparat auf seine Desinfectionskraft; er verwandte einen Raum von 100 cbm; als Objecte

dienten ihm Staphylococcen, Streptococcen, Pyocyaneus, Typhus, Tuberkelbacillen (in Reinculturen und Sputum) und Milzbrandsporen an Gazestreifen, Tapetenstücken, Leinwand, Wollstoff etc. angebracht. Bei Benutzung 2er Desinfectoren mit je 100 Pastillen (es kamen also 2 gr Formaldehyd auf den cbm) waren nach 24 Stunden Fussboden- und Wandstaub steril, die pathogenen Keime und Sporen sämtlich abgetötet. (Abimpfung auf Bouillonröhrchen und Tiere). Die Wirkung der Dämpfe war in verschiedenen Zimmerhöhen gleichmässig. (Dieselben Resultate hatten neuerdings *Fairbank-Grawitz*[63a] im Charlottenburger Krankenhaus). — Wurde nur 1 Desinfector mit 100 Pastillen, als 1 gr Formaldehyd pro cbm verwandt, so gelang die Abtötung der Sporen nicht mit Sicherheit. Die Tiefenwirkung der Dämpfe (ihr Eindringen in Federkissen, Kleider und Rocktaschen) ist gering. — Diese Resultate wurden bestätigt durch Untersuchungen im hygienischen Institut zu Breslau (*Flügge*) und durch *Cramer*.[41] Letzterem gelang die Desinfection einer ganzen Baracke mit zahlreichen Räumen (1100 cbm; Verbrauch 1—5,5 gr Formaldehyd pro cbm; zugleich Formalininjectionen in Kissen und Matratzen) ganz gut; nur einige Sporen blieben am Leben.

Etwas ungünstigere Erfolge erzielte *Gemünd*[81]. Er experimentierte mit dem „Aesculap“ in einem Zimmer von 52,5 und einem von 47 cbm Rauminhalt. Das letztere war 4,5 m hoch, hatte ein Fenster (von 2,5 m Höhe und 1,5 m Breite) und 2 Thüren. Um möglichst praktische Verhältnisse nachzuahmen, wurden die Ritzen und Fugen nicht verklebt. Bei Verdampfung von 2 Pastillen pro cbm wurden nicht getötet, wenn auch in ihrer Entwicklung gehemmt: an Fäden, Fliesspapier und Deckgläschen befindliche Milzbrandsporen, Heubacillensporen und bact. coli, — dagegen völlig vernichtet, frei und unter leichter Bedeckung: Staphylococcen, Diphtherie, Prodigiosus und andere weniger widerstandsfähige Microorganismen.

Walter[215] giebt an, über den Apparat absprechende Urteile gehört zu haben. — Auch Petruschky (Danzig) spricht neuerdings dem „Aesculap“ nur eine geringe Desinfectionskraft zu. (XVI. Congress für innere Medicin in Wiesbaden).

Es erübrigt nun noch, den Apparat zu besprechen, der allgemeine Anerkennung gefunden hat, weil er alle anderen an Wirksamkeit übertrifft, den

„autoclave formogène“ de *Trillat.*

Trillat verdampft mit diesem Apparat das „Formochlorol“ = eine 40%ige Formalinlösung, welcher 4—5% Chlorcalcium zugesetzt sind, unter einem Druck von 3—4 Atmosphären.

Die Vorteile dieser Methode sind die, dass die Formaldehyddämpfe trocken und rein sind, keine Neigung zur Polymerisation haben und sich rapid im Desinfectionsraum verteilen*), dass sich kein Kohlenoxydgas bildet**) und der Formaldehydgeruch leicht zu vertreiben ist***).

Der Autoclav ist ein dickwandiger kupferner nicht emaillirter Kessel. An seinem Deckel befinden sich ein Manometer, ein Sicherheitsventil, eine Öffnung zum Einfüllen der Flüssigkeit und ein Rohr von wenigen mm Durchmesser, das zum Hinauslassen der Dämpfe bestimmt ist und mit einem Hahn verschlossen werden kann. (Abbildung s. am Schluss der Dissertation). — Die Anwendung ist folgende: Man verklebt zunächst sorgfältig die Ritzen und Fugen des zu desinficierenden Zimmers und schliesst die Thüren fest. Nachdem der Apparat zu $^3/_4$ mit Formochlorol gefüllt und fest verschlossen ist, führt man das Ausströmungsrohr mit zunächst zugedrehtem Hahn von aussen durch das Schlüsselloch in das Zimmer ein. Man heizt sodann den

*) Dadurch wird die Desinfectionszeit bedeutend abgekürzt. *Trillat* [208] wies unter einer Glasglocke nach, dass die Formaldehyddämpfe, die sich spontan aus Lösungen entwickeln, 50 mal mehr Desinfectionszeit brauchen, wie die vom Antoclaven erzeugten.

**) *Roux* et *Trillat* [171] leiteten die mit Formaldehyddämpfen gesättigte Luft durch eine Lösung von Ammoniak und Schwefelsäure und machten sie auf diese Weise für ein Kaninchen völlig respirabel. Es besteht also keine Gefahr der Kohlenoxydgasintoxication.

***) Dass der Formaldehydgeruch so wenig haftet, ist nach *Trillat* [208] durch die Trockenheit der Dämpfe bedingt; denn bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft condensiert sich der mit Formaldehyd geschwängerte Wasserdampf an den Wänden, und dadurch haftet der Geruch so zähe.

Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt beeinträchtigt überdies die Desinfectionskraft der Formaldehyddämpfe (*Trillat* [208] und *Bosc* [28]).

Kessel mit Gas oder Petroleum an, und sobald das Manometer anzeigt, dass der Druck im Apparat auf 3—4 Atmosphären gestiegen ist, öffnet man den Hahn: die Dämpfe strömen sofort mit starker Vehemenz in das Zimmer ein und erreichen in spätestens 10 Minuten die entferntesten Stellen eines beliebig grossen Raumes. Der Apparat hat also den grossen Vorzug, dass er ausserhalb des Desinfectionsraumes aufgestellt wird und infolgedessen genau überwacht werden kann*).

Viele Autoren haben den Autoclaven auf seine Desinfectionskraft geprüft und sind alle etwa zu denselben Resultaten gekommen. (s. Tabelle).

Roux et *Trillat*[171] berichten zunächst Folgendes: Sie stellten ihre Versuche in 2 Zimmern und einem ganzen Hause an. Als Testobjecte dienten Bacterien auf Papier, Leinwand, Holz, Kleidern, im Haar einer Matratze, ferner Staub. Die Proben wurden auf dem Boden, an der Wand etc. verteilt.

1) Zimmer von 370 cbm. Der Apparat war 3½ Stunden in Thätigkeit und enthielt 3 l Formochlorol. Die nach 14stündiger Einwirkungsdauer der Dämpfe entnommenen Proben erwiesen sich sämtlich als steril; selbst nach 30 Tagen erfolgte kein Wachstum. Die Luft (es wurden jedesmal 50 l zur Untersuchung verwandt) wurde völlig sterilisirt. — In dem Staube, der von einem qdem der Zimmerwand entnommen wurde, waren alle Keime abgetötet; dagegen fanden sich im Bodenstaub noch 1,1% der vor der Desinfection vorhanden gewesenen Microorganismen, unter anderem der bac. subtilis und mesentericus**).

2) Zimmer und Nebenzimmer von 1400 cbm. Verdampfungs-

*) Eine genaue Beschreibung der „désinfection à domicile par le procédé Trillat“ (Breveté S. G. D. G.) giebt das institut bactériologique de la société chimique des usines du Rhône à Lyon: Zur Desinfection von 300 cbm sollen 1½ l Formochlorol verwandt werden, der Apparat soll 1½ Stunden in Betrieb sein, die Heizung jedoch ausgesetzt werden, sobald die Temperatur im Apparat über 130° (= 3 Atmosph. Druck) steigt. — Ein grosser Autoclav kostet 400 fr., 1 l Formochlorol 5 fr.

**) Der Bodenstaub enthält nach *Roux* et *Trillat*[171] dichtere und feinere Staubpartikelchen; in die ersteren dringen die Formaldehyddämpfe nicht ein. Deshalb gelingt die Sterilisation des Bodenstaubs nicht vollständig (die Autoren machten analoge Versuche unter einer Glasglocke).

dauer: 5 Std. Contact der Objecte mit den Dämpfen: 36 Std. Füllung des Apparates: 9 l Formochlorol. — Das Resultat war dasselbe wie bei Versuch 1; nur die Luft enthielt noch wenige Keime.

3) Dieselben Erfolge hatten Roux et Trillat bei der Desinfection eines ganzen Hauses. Sie leiteten die Dämpfe durch das Schlüsselloch der Hausthür hinein. Der Apparat enthielt 10 l Formochlorol und war 4 Stunden in Betrieb.

Bosc[28] unterzog diese Versuche einer Nachprüfung. Er benutzte ein Zimmer von 737 cbm und 3 l Formochlorol, liess den Apparat 2½ Stunden unter einem Druck von 4 Atmosphären arbeiten und die Dämpfe 6 Stunden lang einwirken. Er giebt folgende Resultate an: a) Die trocknen Formaldehyddämpfe zerstören bei 5stündiger Einwirkung pathogene Keime auf trocknen (oder beinahe trocknen) den Dämpfen gut ausgesetzten Leinwandstücken. — b) Die Microorganismen werden überall da, wo die Dämpfe hingelangen, selbst in Nebenzimmern abgetötet. — c) Sporen werden getötet, wenn sie trocken und den Dämpfen frei ausgesetzt sind. — d) Der Zimmerstaub kann sterilisiert werden (es ist nur einmal der b. subtilis und mesentericus am Leben geblieben, was für die Praxis ohne Bedeutung ist). — e) Dringen die Dämpfe nicht bis direkt an das Object, so ist ihre Wirkung unsicher: so wurde in der zugeklappten Tasche eines Rockes das bacterium coli nicht abgetötet (der staph. dagegen wurde vernichtet), in einem Kleiderhaufen nicht der Staphylococcus, im Centrum einer Matratze nicht Milzbrand und Streptococcen. Es fehlt den Dämpfen also die Tiefenwirkung. — f) Feuchte Gegenstände lassen sich schwer desinficieren; sie müssen den Dämpfen von allen Seiten freien Zutritt gestatten (so ist bei frischen Culturen in einem Reagensglas der Erfolg unsicher). — g) Tuberkelbacillen in trocknem wie in feuchtem Sputum werden sehr leicht abgetötet.

Vaillard et *Lémoine*[210] experimentierten in einem Saal von 660 cbm. Zur Verwendung kamen 15 l eines 35%igen Formalins. Die Desinfectionsdauer schwankte zwischen 6 und 24 Stunden. Als Objecte benutzten sie Diphtheriemembranen, Sputum, Faeces und Blut von Tieren, welche durch die verschiedensten Infectionserreger getötet waren. — Das beste

Desinfectionsresultat war das nach 6stündiger Einwirkung der Dämpfe. Es widerstanden der Desinfection die Sporen des Subtilis und Tetanus. und der b. des malignem Ödems. Der Tetanus war etwas in seiner Wachstumsfähigkeit beeinflusst.

Niemann[150] bediente sich zu seinen Versuchen eines 5 l fassenden Autoclaven und eines Formochlorols, das er sich dadurch herstellte, dass er zu je 1 l eines 40%igen Formalins 200 gr $CaCl^2$, in 400 gr Wasser aufgelöst, zusetzte. 1) In einer Wohnung, bestehend aus einem 2fenstrigen Vorderzimmer, einem 1fenstrigen Hinterzimmer, Küche, Closet und Corridor — Gesamtinhalt 125 cbm — wurden bei Verwendung von 500 ccm Formochlorol in 15 und in 10 Stunden alle Keime, auch Sporen abgetötet; bei 7stündiger Desinfection entwickelten sich nur die an einem Faden angetrockneten Milzbrandsporen.

2) In einer anderen Wohnung, bestehend aus 3 zweifenstrigen und einem 1fenstrigen Vorderzimmer, 2 einfenstrigen Hinterzimmern, 2 Corridoren, Küche und Closet — Gesamtinhalt 456 cbm — gelang es Niemann, mit 2200 ccm Formochlorol in 20 Stunden alle Microorganismen (selbst Milzbrandsporen in Papierkapseln) abzutöten. Bei einer Desinfectionsdauer von 15 Stunden entwickelten sich (wie bei 1) nur Milzbrandsporen, welche an Fäden angetrocknet in Papierkapseln untergebracht waren.

Nicolle[149] experimentierte, wie folgt: Zimmer von 218 cbm. Verwendung von 2 l Formochlorol. Verdampfungsdauer: 70 Min. Einwirkung der Dämpfe: 20 Stunden. — Die Objecte waren steril, auch die mit Milzbrand und Tuberkulose inficierten.

Pfuhl[161] stellte eine grössere Anzahl von Versuchen mit einem 5 l fassenden Autoclaven genau nach den Angaben Trillat's an. In den ersten 5 Versuchen verwandte er Formochlorol. (40% Formaldehyd, weniger als 1% Methylalcohol enthaltend).

1) 3 Räume vom Gesamtinhalt 161 cbm. Von 1½ l wurden 540*) ccm in 1 Stunde bei 3—4 Atmosphären verdampft. Nach 11stündiger Einwirkung der Dämpfe waren alle Bacterien und Sporen (sie befanden sich in offenen Schalen) abgetötet.

2) 4 Räume und Treppenhaus. Gesamtgrösse 307 cbm. Von

*) Nur *Funck,*[76] *Jona,*[110] *Pfuhl*[161] und *Trillat*[209] geben an, wieviel von dem in den Apparat gefüllten Formochlorol wirklich verdampft wurde.

2 l Formochlorol wurden 870 ccm in 1½ Stunden verdampft; nach 12 Std. waren die frei aufgehängten und in Schalen liegenden Objecte sterilisiert bis auf 2, die sehr weit entfernt waren (ein staph. aur. im Schrank und ein staph. aur., der in ein Tuch eingerieben war).

3) 3 Räume von 364 cbm. 870 ccm von 2 l wurden in 1½ Stunden verdampft. Nach 12stündiger Desinfection waren die den Dämpfen sämtlich frei zugänglichen Proben bis auf 3 sterilisiert (ein weit entfernter staph. aur. und frische Milzbrandsporen). — Es war in diesem Versuche aus Versehen eine Ventilationsöffnung nicht verschlossen worden.

4) Räume wie bei Versuch 3. Von 2 l Formochlorol wurden 683 ccm in 1½ Stunden verdampft. Die Einwirkungsdauer der Dämpfe betrug 15 Std. Die freiliegenden Bacterien wurden abgetötet, während die unter wollenen Decken, Uniformröcken, Leinenschürzen etc. verteilten alle, ausser Typhus, am Leben blieben. — Die Dämpfe zeigten also keine Tiefenwirkung.

5) Krankensaal von 1047 cbm (mit 28 eisernen Bettstellen, Stühlen, Tischen, Krankentischen). Die Testobjecte (freie und in Tuch geriebene Reinculturen, tuberkulöses Sputum etc.) waren den Dämpfen direct zugänglich. Der Apparat wurde 2 mal in Gang gesetzt: von 9 l wurden im ganzen 1840 ccm in 4 Stunden verdampft. Die gesamte Desinfectionszeit betrug 19 Stunden. Alle Objecte wurden sterilisiert. — Nach Pfuhl ist das beste Testobject für die Desinfection der Staph. aur.; ist er abgetötet, so kann man einer ausgiebigen Desinfection sicher sein.

6 u. 7) In dem 6. und 7. Versuche verwandte Pfuhl zur Füllung des Autoclaven Handelsformalin aus Strassburg; dasselbe enthielt 35% Formaldehyd und 10% Methylalcohol. Pro Liter wurden 150 gr $CaCl^2$ zugesetzt. — Die Desinfectionsräume waren dieselben wie bei Versuch 2 (307 cbm). Im 6. Versuch wurden von 1½ l 740 gr in 1½ Stunden, im siebenten von 2½ l 1430 gr in 2½ Std. verdampft. Die Räume wurden in beiden Versuchen nach 19 Std. geöffnet. — Die Objecte, offen wie bedeckt, waren in beiden Fällen nach der Desinfection fast alle lebend (nur eine Diphtherie- und Typhusagarcultur war abgetötet). — Diese beiden letzten ungünstigen Erfolge erklären sich durch den starken Methylalcoholgehalt des verwandten Handels-

formalins. — Übersteigt nämlich der Alcoholgehalt 1%, so bildet sich aus Formaldehyd und Alcohol das desinfectorisch völlig unwirksame Methylal (s. S. 7, 48, 60).

Jona[110] suchte die Desinfectionszeit abzukürzen; so liess er in einem Zimmer von 210 cbm Inhalt die durch Verdampfen von 750 gr Formochlorol unter einem Druck von 4 Atmosphären erzeugten Formaldehyddämpfe nur 25 Min. lang auf die verschiedensten Testobjecte einwirken. Die Microorganismen wurden abgetötet ausser Heubacillus und Milzbrand (der letztere war allerdings nicht mehr pathogen).

Trillat[209] kam mit einer noch kürzeren Desinfectionszeit zum Ziele. Er tötete in einem Raum von 110 cbm sämtliche Keime incl. Milzbrandsporen in 15 Min. ab (bei Verdampfen von 350 gr Formochlorol in 20 Min. unter einem Druck von 4 Atmosphären). — Dasselbe erreichte er in einem Zimmer von 436 cbm in 15 Min. mit 350 gr Formaldehyd, einem Erhitzen von 40 Min. und 4 Atmosphären Druck. — In diesem Versuche wurden keine Sporen verwandt (s. umstehende Tabelle).

Djurberg[54] leitete in ein 111 cbm grosses Zimmer die Dämpfe von 1 l Formalin mit Hülfe des Trillat'schen Autoclaven ein. Nach 24 Stunden waren $^2/_3$ der frei aufgehängten Milzbrandsporenfäden und fast alle Fäden mit B. coli sterilisiert.

Funck[76] sammelte in einer ausführlichen Arbeit die bisher mit dem Autoclaven angestellten Versuche und erweiterte dieselben folgendermassen:

1) 3 Zimmer. Gesamtinhalt 253 cbm. Verwendung von 2 l Formochlorol. Verdampfungsdauer: 1 Std. Contact der Objecte und Dämpfe: $1^1/_4$ Std. Es wurden an Fäden und Leinwand angebrachte Milzbrandbacillen, Staph., Typhus, Diphtherie, Pyocyaneus, Tuberkelbacillen insgesamt abgetötet. Wie Pfuhl (s. S. 68) giebt auch Funck die Abtötung des Staphylococcus als sicheren Beweis für eine ausreicheude Desinfection an.

2) Zimmer von 125 cbm. Verwendung von 1 l Formochlorol. Verdampfungsdauer: 40 Min. Contact: 55 Min. Alle Wuchsformen wurden abgetötet, auch solche, die leicht bedeckt waren.

3) Zimmer von 100 cbm. Von 2 l Formochlorol wurden 1280 gr in 40 Min. verdampft. Die Einwirkungsdauer der Dämpfe betrug 1 Std. 10 Min. — Es blieb der staph. und Milzbrand, die in ein Handtuch eingewickelt waren, am Leben.

4) Zimmer von 100 cbm. Von 1½ l Formochlorol blieben nach ½stündigem Verdampfen unter 5 Atmosphären Druck 500 gr im Apparat zurück. Einwirkung der Dämpfe: 1 Stunde. — Alle Keime, selbst Tetanussporen, wurden vernichtet.

5) Zimmer von 183 cbm. Füllung des Apparates: 2 l Formochlorol. Verdampfungsdauer: 45 Min. Desinfectionsdauer: 1 Std. Fast alle Microorganismen wurden abgetötet, auch solche, welche sich zwischen Futter und Stoff von Kleidungsstücken befanden; nur in einem Fall blieben Milzbrandsporen und der Staph. in einer Tasche am Leben.

Doty [55] und *Lederle* [131] machten ein Zimmer von 1000 cbfuss in 12 Std. durch die Dämpfe von 250 gr Formochlorol keimfrei.

An diese Versuche schliessen sich die meinigen an (s. Teil IV. S. 72), welche im grossen und ganzen dieselben Resultate, wie die eben beschriebenen, geben.

Funck hat die meisten Versuche mit dem Autoclaven in einer Tabelle zusammengestellt: ich füge noch die von Djurberg, Funck, Doty-Lederle und mir dazu und gebe die etwas veränderte Tabelle nebenstehend wieder.

Das kurz zusammengefasste Ergebnis der Desinfectionsversuche mit dem Autoclaven ist folgendes:

Man ist im stande, mit dem Trillat'schen Autoclaven beliebig grosse Räume wirksam zu desinficieren, d. h. selbst die widerstandsfähigsten Sporen in denselben abzutöten.

Diese Desinfection ist jedoch nur eine Oberflächen- oder höchstens geringe Tiefendesinfection. In Betten, Matratzen, dickere Kleidungsstücke etc. dringen die Formaldehyddämpfe nicht ein; solche Gegenstände müssen nach wie vor im strömenden Dampf desinficiert werden. — Auch eine Desinfection des dichteren Staubes der Bodenritzen kann mit Formaldehyddämpfen nicht erreicht werden: es hat in jedem Fall eine desinficierende Aufwaschung des Fussbodens stattzufinden.

Trotzdem muss man dem Formaldehydgas, obwohl es die Aufgabe, ein Zimmer samt Mobiliar in einem Act zu desinficieren, nicht löst, die grösste Bedeutung für die Desinfectionspraxis zuerkennen.

Übersicht über die mit dem Autoclaven angestellten Versuche (erweitert und modificiert nach *Funck*).

Autor.	Raum in cbm.	Wie viel Formochlorol verwandt.	Wie viel verdampft.	Wie lange verdampft.	Contact der Dämpfe.	Wieviel Atmosphären.	Resultate.	Litteratur.	Ort.
1. *Roux* et *Trillat.*	370 1400	3 l 9 „		3½ Std. 5 „	14 Std. 36 „	3 3	} alles abgetötet excl. subtilis und mesentericus im Bodenstaub.	Annales de l'Institut Pasteur 1896.	Lyon.
2. *Bosc.*	737	3 „		2½ „	6 „	4	alles offen daliegende abgetötet incl. Milzbrandsporen	„	Montpellier.
3. *Vaillard* et *Lémoine*	660	15 „			6—24Std.	3	alles abgetötet excl. Sporen von Heubacillus, Tetanus u. malignem Ödem	„	Val-de-Grâce.
4. *Niemann.*	125 125	½ „ ½ „			15 Std. 10 „	3 3	} alles abgetötet incl. Milzbrandsporen	Deutsche medicinische Wochenschrift 1896.	Berlin.
	125	½ „			7 „	3	alles abgetötet excl. 1 Faden Milzbrandsporen		
	456	2200 ccm			20 „	3	alles abgetötet incl. Sporen		
	456	2200 „			15 „	3	alles abgetötet excl. Sporen in Papierkapseln		
5. *Nicolle.*	218	2 l		70 Min.	20 „	3	alles abgetötet, besonders Tuberkulose	Norm. médic. 1897.	Rouen.
6. *Pfuhl.*	161	1½ l	540 ccm	1 Std.	11 „	3—4	alles offen daliegende abgetötet incl. Milzbrandsporen	Zeitschrift für Hygiene u. Inf. Kr. XXIV.	Strassburg.
	307	2 l	870 „	1½ „	12 „	3	alles abgetötet excl. 2 sehr weit weit entfernten staph. aur.		
	364	2 „	870 „	1½ „	12 „	3	alles abgetötet excl. 2 Milzbrandsporen und 1 Staph. (es war ein Ventil offen)		
	364	2 „	683 „	1½ „	15 „	3	alles bedeckte nicht abgetötet		
	1047	9 „	1840 ccm	4 „	19 „	3	alles offen daliegende abgetötet incl. Staph. aur.		
	307	1½ l	740 „	1½ „	19 „	3	} Handelsformalin negativer		

Ein besonders wertvoller Schutz ist die Formaldehyddesinfection für die Menschen, welche Zimmer zu betreten haben, in denen ansteckende Kranke, wie Pest-, Pocken-, Scharlach-, Masern-, Diphtherie-, Flecktyphus-, Tuberkulosekranke gewesen sind. In solchen Fällen hat die Formaldehyddesinfection stets als Vorverfahren einer jeden anderen Zimmerdesinfection vorauszugehen.

Die zur Desinfection ausreichende Menge Formochlorol beträgt: nach *Trillat*, *Roux*[171] et *Bosc*[28] (s. auch S. 65 Anm. 1):

5 ccm auf 1 cbm (= 1 l auf 200 cbm) bei 6stündiger Desinfectionszeit.

Nach *Strüver*[196] und *Funck*[76]:

10 ccm pro cbm zur Bacterientötung, 13—15 ccm zur Sporentötung bei 1 stündiger Desinfectionszeit.

Wie weit sich diese Verhältnisse variieren lassen, zeigt Tabelle.

Walter[215] schlägt für die Desinfection eines ganzen Zimmers mit Inhalt folgendes stufenweises Verfahren vor:

1) Aufwischen des Fussbodens mit 5%iger Formollösung.

2) Besprengen der Vorhänge und Gardinen mit 5%iger Formollösung.

3) Desinfection des Zimmers mit dem Autoclaven (5 Std. lang).

4) Sterilisieren der Matratzen, Betten, Kissen im strömenden Dampf.

5) Desinfection der Kleider und Ledersachen, welche den Dampf nicht vertragen, in folgendem Apparat (Abbildung s. in der Arbeit Walters):

Die mit dem Trillat'schen Autoclaven auf die bekannte Weise erzeugten Formaldehyddämpfe werden in einen cylindrischen Blechkessel (130 : 50 cm), welcher die Kleidungsstücke enthält, durch eine kleine Öffnung hineingeleitet. Die Dämpfe werden mit Hülfe von 3 an der anderen Seite des Kessels angebrachten mit Wasser gefüllten Saugflaschen, an welche eine Luftpumpe angesetzt werden kann, durch die Kleider hindurchgepresst. Der Kessel ist mit einem Mantel umgeben, in welchem Wasserdampf circuliert und kann so bis auf 70° erwärmt werden. Die Desinfectionsresultate waren sehr günstig. Kleider und Stiefel wurden nicht ruiniert und fast völlig sterilisiert (nur die Milzbrandsporen eines Fadens blieben am Leben).

IV. Eigene Versuche mit dem Trillat'schen Autoclaven.

Diese Desinfectionsversuche wurden während der Monate April und Mai des Jahres 1897 im hiesigen hygienischen Institut angestellt*).

Der Trillat'sche Autoclav, der dazu verwandt wurde, stammte aus der Werkstätte von *Paul Altmann* (Berlin N. W. Luisenstrasse 52). Eine Abbildung desselben, welche mit Hülfe eines von Herrn Altmann in liebenswürdiger Weise übersandten Cliché's angefertigt wurde, findet sich am Ende der Dissertation.

Der aus geschmiedetem Kupfer hergestellte Apparat hängt in einem eisernen Träger und wird mit Gas geheizt**). Seine Capacität beträgt 1800 ccm. Der abnehmbare Deckel wird nach der Einfüllung des Formalins mit starken eisernen Schrauben aufgeschraubt; derselbe trägt ein Sicherheitsventil, ein Manometer und das horizontale Ausströmungsrohr, welch letzteres einen Durchmesser von 1 mm, eine Länge von ca. 50 cm besitzt und durch einen Ventilhahn beliebig geöffnet resp. verschlossen werden kann.

Der Apparat kann innerhalb und ausserhalb des zu desinficierenden Zimmers aufgestellt werden; in letzterem Fall wird das Rohr durch das Schlüsselloch eingeführt. — Er wird mit Formalin (und zwar einer 40%igen Lösung, welcher pro l 200 gr Chlorcalcium, mit 200 gr Wasser zu einem syrupdicken Brei angerührt, zugesetzt sind) gefüllt und angeheizt. — Sobald (bei geschlossenem Ventilhahn) das Manometer 3 Atmosphären Druck angiebt, soll der Hahn geöffnet und die Flamme ausgelöscht werden.†)

Der Preis des Apparates mit Gaslampe**) beträgt	100	Mark
Das Kilo trocknes Chlorcalcium kostet	1,20	„
Das Kilo flüssiges Formalin kostet	3	„

*) Einen kurzen Bericht über das Resultat der ersten 4 Versuche hat bereits Herr Professor *Wernicke* im ärztlichen Verein zu Marburg (Sitzung vom 5. Mai 1897) unter dem Titel: „Über Desinfection von Zimmern mit gasförmigem Formaldehyd" gegeben (s. Berl. klin. Wochenschr. 1897, S. 790).

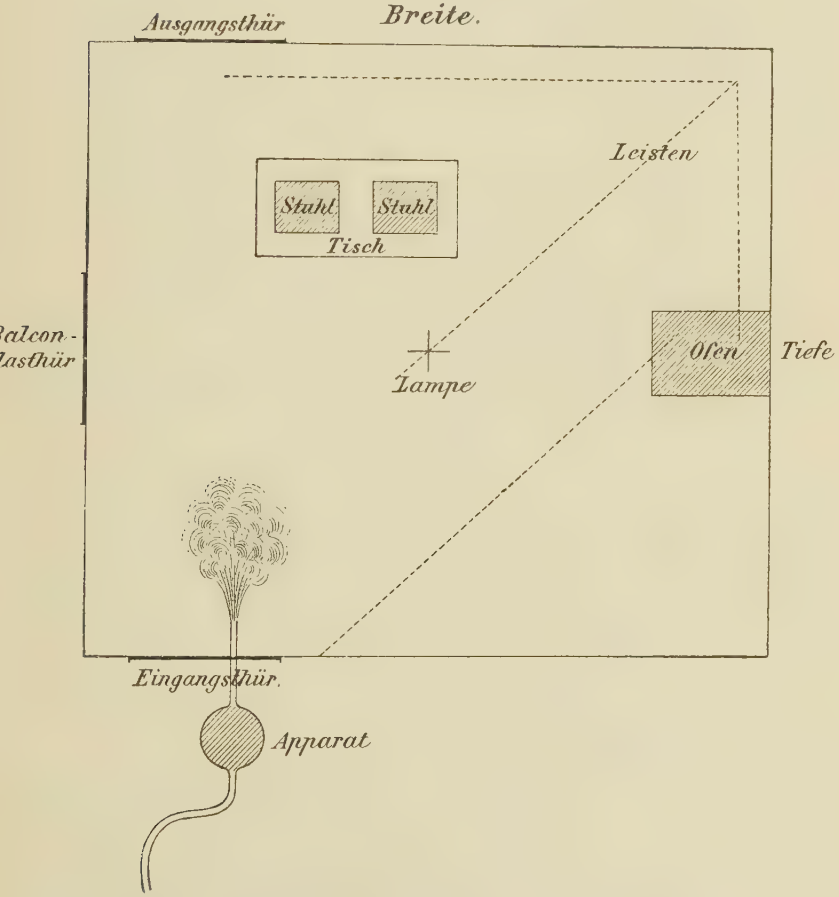
**) Die beigegebene Gaslampe erwies sich als unzureichend; es wurde deshalb ein grösserer Brenner benutzt.

†) Wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht, ist es zweckmässiger, die Flamme nach Öffnen des Ventils noch eine Zeit lang brennen zu lassen.

Versuch I.

Begonnen am 3. April 1897. Zimmer im 4. Stockwerk des hygienischen Instituts. Rauminhalt 49,8 cbm. Höhe: 2 m 97 cm; Breite: 4 m 27 cm; Tiefe: 3 m 93 cm.

Situationsplan.



Das Zimmer enthält: Eine Eingangs- und Ausgangsthür — eine grosse Balconglasthüre — einen Ofen — eine von der Decke herabhängende Gaslampe, welche einen Arbeitsrock trägt — 2 Stühle — einen Tisch, dadurch hergestellt, dass eine Platte über die Stuhllenen gelegt wurde — 4 Leisten in halber u. $^2/_3$ Zimmerhöhe, zur Aufnahme der Desinfectionsproben bestimmt.

Gang des Versuchs.

Vorbereitungen.

Luftentnahme: Mit einer *Petri*'schen Pumpe, welche durch 4 Umdrehungen 1 l Luft ansaugt, werden 75 l Luft (durch 300 Umdrehungen) in 8 Min. durch ein Petrifilter getrieben. Das Filter enthält auf jeder Seite 3 gr Salpeter zwischen Drahtnetzen.

Staubentnahme von Wand und Boden: es wird je 1 qdcm mit sterilen, in Bouillon getauchten Schwämmchen abgerieben.

Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit $CaCl^2$: 0,04 gr in 10 l Luft.

Verteilung der Desinfectionsproben (auf dem Fussboden und in verschiedenen Zimmerhöhen, s. Tabellen):

7 offene Agar-Petrischalen mit 24 Std. alten Colonieen,
7 offene Agarschalen, die erst kurz vorher inficiert werden (zur Prüfung der Entwicklungshemmung),
5 offene sterile Schalen mit je 3 inficierten Fäden,
5 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden,
5 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden,
3 ungeimpfte Gelatineröhrchen (offen und verstopft zur Prüfung der Gelatineveränderung).

Desinfection.

Temp. des Zimmers: 9°. Die Thüren werden verschlossen, Ritzen und Schlüssellöcher sorgfältig mit Watte verstopft.

Der Apparat wird mit 250 ccm einer 22,5%igen Formalinlösung (Handelsformalin), 200 ccm $CaCl^2$ und Wasser bis über die Hälfte gefüllt.

Sodann wird der Deckel aufgeschraubt, das Ausströmungsrohr durch das Schlüsselloch der Eingangsthüre von aussen eingeführt und der Gasbrenner angezündet.

Nach 12 Min. beginnt das Manometer zu steigen;
„ 18 „ wird der Hahn zugedreht, der zufällig offen geblieben war (man hörte das Ausströmungszischen im Zimmer);
„ 23 „ ist der Druck von 3 Atmosphären erreicht, der Ventilhahn wird geöffnet und die Flamme verlöscht.

Nach 20 Std. wird der Raum geöffnet. Die Temperatur beträgt 7°; man verspürt einen deutlichen Formalingeruch, der Augen und Nase schwach reizt. Es wird jetzt wiederum

eine Luftentnahme (75 l durch die Thürritze),
eine Staubentnahme
und das Einsammeln der Schalen und Kapseln

vorgenommen. Nach Öffnen der Fenster ist 1 Std. später kaum noch Formaldehydgeruch wahrzunehmen.

Der Apparat erweist sich noch zu etwa 1/8 gefüllt; die Flüssigkeit zeigt ganz schwachen Formalingeruch.*)

Desinfections-Resultate.

Luftuntersuchung.

Jede 3 gr Salpeter enthaltende Filterhälfte wird in 10 Gelatineschalen ausgegossen, so dass also auf eine Schale 0,33 gr Salpeter kommt, eine Menge, die das Wachstum der Bakterien nicht beeinflusst; im übrigen wird nach Petri verfahren. (Der Salpeter bietet gegenüber dem von Petri verwandten Sande den Vorteil, dass er sich vollständig in Gelatine auflöst und deshalb jede Bakteriencolonie deutlich erkennen lässt.)

Nach 10tägiger Beobachtung ergiebt sich:

Vor der Desinfection enthielten 75 l Luft 261 Bakt. und 59 Schimmelpilze (Controlfilter 9 B. und 3 S.);

Nach der Desinfection enthielten 75 l Luft 62 Bakt. und 1 Schimmelpilz (Controlfilter 13 B. und 0 S.).

Die Luft enthielt also nach der Desinfection noch ca. 20% der Anfangskeime.

---

*) Die Bestimmung, wieviel Procent Formaldehyd die übrig gebliebene Flüssigkeit noch enthalte, gelang nicht, weil die an sich gelbliche Flüssigkeit auf Zusatz von Ammoniak (s. S. 8, Anm. 2) blau wurde und dadurch die specifische Farbenreaction beim Titrieren verdeckt wurde. Der Grund dieser Bläuung ist der, dass viele Handelsformaline an sich Kupferreaction geben (Pharmac. Centralh. 1895, 10), oder in unserem Fall der, dass das Formalin etwas Kupfer des Apparates gelöst hatte.

Wandstaub.

Die Schwämmchen werden in 2 ccm steriler Bouillon ausgequetscht, von je ½ ccm eine Agar- und Gelatineschale gegossen. 0 = steril.

Agarschale (dem Brütofen übergeben).

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	12 Col.	40 Col.	42 Col.
nach der Desinfection	0	0	0

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	19 B. — 2 S.	22 B. — 3 S.	22 B. — 3 S.
nach der Desinfection	5 B. — 1 S.	5 B. — 2 S.	5 B. — 2 S.

B. = Bakterien, S. = Schimmel.

Bodenstaub.

Agarschale.

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	unzählige Colonieen	alles überwachsen	ebenso
nach der Desinfection	8 Col.	10 Col.	10 Col.

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	4095 Col.	unzählige Colonieen	alles überwachsen
nach der Desinfection	21 B. — 0 S.	35 B. — 4 S.	35 B. — 4 S.

Die 7 Agarschalen mit ausgewachsenen Culturen.

Abimpfung auf 7 Bouillonröhrchen, die dem Brütofen übergeben werden.

0 nach x Tagen = kein Wachstum bei x tägiger Beobachtungszeit.
+ nach x Tagen = ausgewachsen am x ten Tag.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit
Milzbrand (Sporen)	Fussboden Ausgangsthürwand	+ nach 1 Tag
Blaue Milch	im Ofen. 1/3 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Staph. pyog. alb.	Leiste Lampe-Zimmerecke. 2/3 Zimmerhöhe	+ nach 1 Tag
Typhus	Leiste Ofen-Zimmerecke. 1/2 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Heubacillus (Sporen)	auf Stuhl	+ nach 1 Tag
Sarcina flava	Fussboden zwischen Balcon- u. Ausgangsthür	0 nach 14 Tagen
Friedländer	Fussboden Eingangsthürwand	0 „ „ „

Bei allen Versuchen wurden nur solche Culturen verwandt, deren Lebensfähigkeit durch Controlversuche nachgewiesen war.

Die 7 Agarschalen zur Prüfung der Entwicklungshemmung.

Die 7 fertig gegossenen Agarschalen wurden kurz vor der Desinfection mit den Bakterien bestrichen, nach der Desinfection dem Brütofen übergeben (Controlschalen zeigten gutes Wachstum).

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit
Prodigiosus	Ausgangsthürklinke. 1/3 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Pyocyaneus	Leiste Ausgangsthürwand. 1/3 Zimmerhöhe	0 „ „ „
Friedländer	Leiste Ofen-Zimmerecke. 1/2 Zimmerhöhe	0 „ „ „
Blaue Milch	Leiste Zimmerecke-Lampe. 2/3 Zimmerhöhe	0 „ „ „
Typhus	Leiste Zimmerecke-Lampe. 2/3 Zimmerhöhe	0 „ „ „
Staph. pyog. alb.	auf Tisch	0 „ „ „
Sarcina flava	Leiste Zimmerecke-Lampe. 2/3 Zimmerecke	0 „ „ „

Der Agar scheint demnach durch die Formaldehyddämpfe so verändert zu werden, dass auf ihm kein Wachstum mehr möglich ist.

Die 5 sterilen Schalen mit je 3 Fäden.*)

Von den Fäden werden je 2 auf eine Agarschale, der dritte in Bouillon gebracht. — Brütofen.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit auf der Agarschale
Staph. pyog. alb.	Fussboden Balconthür	0 nach 14 Tagen	+ (1 Faden) nach 2 Tagen
Milzbrand (Sporen)	Leiste Zimmerecke 1/3 Zimmerhöhe	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
Diphtherie	Balconthürklinke. 1/3 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Prodigiosus	auf Ofen. 1/3 Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „
Typhus	Fussboden Ofenwand	+ nach 1 Tag	0 „ „ „

Die 5 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden.

Ein Faden wird in Bouillon, der andere in ein Agarröhrchen gebracht; bei letzterem wird der Faden in das Condenswasser geworfen und dann mit sterilem Platindraht mitten auf die schräge Agarfläche gezogen.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Prodigiosus	Leiste Ofen-Eingangsthür. 1/3 Zimmerhöhe	+ nach 2 Tagen	+ nach 1 Tag
Typhus	auf Ofen. 1/3 Zimmerhöhe	+ nach 1 Tag	0 nach 14 Tagen
Milzbrand (Sporen)	Leiste Lampe-Zimmerecke. 2/3 Zimmerhöhe	+ „ „ „	+ nach 1 Tag
Staph. pyog. alb.	in ein Taschentuch eingewickelt in der Tasche des Rocks	+ „ „ „	+ „ „ „
Diphtherie	auf Tisch	+ „ „ „	0 nach 14 Tagen

*) Beim Experimentieren mit flüssigem Formalin müssen die Fäden nach der Desinfection mit Ammoniakwasser (0,1 % NH^3 enthaltend) abgespült werden, damit der anhaftende Formaldehyd neutralisiert und nicht auf den Nährboden mitübertragen wird. - Einige Autoren verlangen eine gleiche Behandlung für solche Fäden, welche mit Formaldehyddämpfen in Berührung gekommen sind. Ich habe es bei den Versuchen unterlassen, die Fäden mit NH^3 abzuspülen, da ich mir nicht vorstellen kann, dass von Formaldehyddämpfen etwas übertragen wird. — *Funck*[76] wies nach, dass sich Proben, mit NH^3 gewaschene und nicht gewaschene, in ihrem Wachstum völlig gleich verhalten.

Die 5 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Prodigiosus	in Taschentuch eingewick. im Arbeitsrock	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
Typhus	in Taschentuch eingewick. im Arbeitsrock	+ „ „ „	+ „ „ „
Milzbrand (Sporen)	in Taschentuch eingewick. im Arbeitsrock	+ „ „ „	+ „ „ „
Staph. pyog. alb.	Leiste Ausgangsthürwand. ½ Zimmerhöhe	+ „ „ „	0 nach 14 Tagen
Diphtherie	auf Tisch	+ „ „ „	0 „ „ „

Die Gelatine in den 3 Gelatineröhrchen ist unverändert.

Die schlechten Resultate dieses Versuchs beweisen, dass man mit 250 ccm eines 22,5 %igen Formalins nicht im stande ist, ein Zimmer von 50 cbm Rauminhalt zu desinficieren.

Eine kurze Zusammenstellung sämtlicher Versuche findet am Schluss der Arbeit und in der Tabelle am Ende von Teil III.

Versuch II.

Begonnen am 9. April 1897. Zimmer wie bei Versuch I. (50 cbm).

Gang des Versuchs (analog dem ersten).

Vorbereitungen.

Luftentnahme (75 l in Salpeterfilter).

Staubentnahme (von Wand und Fussboden).

Verteilung der Desinfectionsobjecte:

24 Schalen mit ausgewachsenen Bacterien,
11 Schalen zur Prüfung der Entwicklungshemmung,
5 sterile Schalen mit je 2 Fäden,
5 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden,
5 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Desinfection.

Temperatur des Raumes 11°.

Der Apparat wird mit 400 ccm eines 22,5 %igen Formalins (Handelsformalin), 200 gr $CaCl^2$ und 1000 gr Wasser gefüllt und in Betrieb gesetzt (s. Versuch I.). — Das Ventil war diesmal fest geschlossen.

Nach 5 Min. beginnt das Manometer zu steigen, nach 18 Min. ist der Druck von 3 Atmosphären erreicht. Der Ventilhahn wird geöffnet; die Flamme bleibt jedoch brennen; die Dämpfe strömen unter einem Druck von 2,0—2,2 Atmosphären aus, welcher allmählich sinkt. Nach 54 Min. beträgt der Druck 1,2 Atm.; die Flamme wird ausgelöscht und das Rohr aus dem Schlüsselloch herausgezogen, um zu sehen, ob noch Formaldehyd ausströmt (das Manometer sinkt sofort auf 0). Da der ausströmende Dampf noch deutlichen Formalingeruch besitzt, wird das Rohr wieder eingeführt und die Flamme wieder angezündet. Das Manometer steigt wiederum bis auf 1 Atmosphäre.

1 Stunde nach Beginn wird die Flamme ausgelöscht (der Atmosphärendruck geht sogleich auf 0 herab).

Der Raum wird nach 20 Std. geöffnet. Temperatur 13°.

Luftentnahme (75 l durch die Thürspalte),

Staubentnahme,

Einsammeln der Schalen und Kapseln.

Der Formaldehydgeruch ist so reizend, dass vor der Staubentnahme die Eingangs- und Ausgangsthür geöffnet werden muss. — Der Fussboden ist ganz nass. — Der ganze Inhalt des Apparates ist verdampft und damit 1400 ccm Wasser. Die Luftfeuchtigkeit war also während der Desinfection eine bedeutend höhere wie im ersten Versuch: bei I. 0,04 gr in 10 l Luft, bei II. 0,28 gr (Grösse des Raums 50000 l, Verdampfen von 1400 ccm Wasser) + der anfangs vorhandenen Feuchtigkeit.

4 Stunden später ist noch ein schwacher Formalingeruch zu verspüren.

Desinfections-Resultate.

Luftuntersuchung.

Jedes Filter wird in 20 Schalen ausgegossen (wie Versuch I.*)

*) Bei Ausgiessen der Filter zeigte sich, dass (wahrscheinlich durch die erhöhte Luftfeuchtigkeit bedingt) ein Teil des Salpeters fest in Klümpchen zusammenhaftete; diese wurden mit ausgeglühter Stahlnadel zerkleinert.

Vor der Desinfection enthielten 75 l Luft 149 Bakterien u. 17 Schimmelpilze (Controlfilter 6 B. u. 3 S.).

Nach der Desinfection enthielten 75 l Luft 5 Bacterien u. 1 Schimmelpilz (Contolfilter 2 B. u. 2 S.).

Wandstaub.

Agarschale (s. Versuch I).

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	8 Colonieen	20 Colonieen	21 Colonieen (meist sehr grosse Col.)
nach der Desinfection	2 Colonieen	3 B. — 1 S.	3 B. — 1 S. (sehr kleine punktförm.)

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	7 B. — 3 S.	8 B. — 11 S.	8 B. — 11 S.
nach der Desinfection	0 B. — 1 S.	0 B. — 1 S.	0 B. — 1 S.

Bodenstaub.

Agarschale.

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	unzählige Colonieen	ebenso	alles überwachsen
nach der Desinfection	9 Colonieen	10 Colonieen	10 Colonieen

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	524 Col.	unzählige	ebenso (alles mit Schimmel überwachs.)
nach der Desinfection	0 B. — 0 S.	0 B. — 1 S.	0 B. — 1 S.

Die 24 Agarschalen mit ausgewachsenen Bacterien.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfäh. i. Bouill.
Oidium lactis	Leiste Lampe-Zimmerecke. $^2/_3$ Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Wurzelbacillus	Fussboden Ausgangsthürwand	0 „ „ „
Orange Sarcina	Leiste Ofen-Zimmerecke. $^1/_2$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Kieler	auf Tisch	0 „ „ „
Proteus vulg.	Leiste Lampe-Zimmerecke. $^2/_3$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Diplococcus citreus	Fussboden zwischen Eingangs- und Balconthür	0 „ „ „
Finckler	Ausgangsthürklinke. $^1/_2$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Staph. pyog. aur.	Leiste Ausgangsthürwand. $^1/_2$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Prot. mirabilis	Leiste Lampe-Zimmerecke. $^2/_3$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Bact. coli	auf Stuhl	0 „ „ „
Staph. alb.	auf Ofen. $^1/_2$ Zimmerh.	0 „ „ „
Penicillium	auf Tisch	0 „ „ „
Megatherium	auf Tisch	0 „ „ „
Typhus	Leiste Ofen-Zimmerecke. $^1/_2$ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Metschnikoff	Fussboden Eingangsthürwand	0 „ „ „
Pyocyaneus	auf Tisch	0 „ „ „
B. Zopfii	auf Tisch	0 „ „ „
Mäusetyphus	Fussboden Ausgangsthürwand	0 „ „ „
Carneus	Fussboden Ausgangsthürwand	0 „ „ „
Heubacillus (keine Spor.)	im Ofen. Tischhöhe	0 „ „ „
Milzbrand (Sporen)*)	Fussboden Balconthür	0 „ „ „
Diphtherie	auf Stuhl	0 „ „ „
Prodigiosus	auf Stuhl	0 „ „ „
Cholera	Leiste Ausgangsthürwand. $^1/_2$ Zimmerhöhe	0 „ „ „

*) Diese Schale stand so, dass sie gerade von dem Formalindampfstrom bespritzt wurde.

Die 11 Schalen zur Prüfung der Entwicklungshemmung.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit
B. Zopfii	Leiste Ofen-Zimmerecke. ½ Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Sarcina flava	auf Stuhl	0 „ „ „
Typhus	Fussboden Eingangsthürwand	0 „ „ „
Staph. alb.	auf Tisch	0 „ „ „
Penicillium	Fussboden zwischen Balcon- u. Ausgangsthür	0 „ „ „
Diphtherie	auf Lampe	0 „ „ „
Cholera	Fussboden Ofenwand	0 „ „ „
Metschnikoff	Leiste Ausgangsthürwand. ½ Zimmerhöhe	0 „ „ „
Milzbrand	auf Stuhl	0 „ „ „
Heubacillus	im Ofen. Tischhöhe	0 „ „ „
Megatherium	Leiste Ofen-Zimmerecke. ½ Zimmerhöhe	0 „ „ „

Die 5 sterilen Schalen mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Staph. pyog. alb.	Leiste Ausgangsthürwand. ½ Zimmerh.	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Milzbrand (Sporen)	auf Ofen. ½ Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „
Diphtherie	Fussboden Ofenwand	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	Leiste Lampe-Zimmerecke. ⅔ Zimmerh.	0 „ „ „	0 „ „ „
Typhus	Balconthürklinke. ½ Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „

Die 5 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Staph. pyog. alb.	Leiste Ausgangsthürwand. ½ Zimmerh.	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Milzbrand (Sporen)	frei in der Rocktasche	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
Diphtherie	im Taschentuch eingewickelt i. d. Rocktasche	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Typhus	Leiste Ofen-Eingangsthür. ½ Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	auf Stuhl	0 „ „ „	0 „ „ „

Die 5 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	im Agarröhrchen
Staph. pyog. alb.	in Taschentuch eingewickelt i. d. Rocktasche	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Milzbrand (Sporen)	auf Tisch	+ nach 7 Tagen	0 „ „ „
Diphtherie*)	im Taschentuch in der Rocktasche	0 nach 14 Tagen	0 „ „ „
Typhus	frei in der Rocktasche	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	Leiste Lampe-Zimmerecke. ⅔ Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „

Der günstige Erfolg dieses Versuchs erleidet dadurch eine Einbusse, dass das Zimmer ziemlich durchnässt war, was für die Praxis wenig wünschenswert ist.

Versuch III.

Begonnen am 21. April 1897. Zimmer wie bei Versuch I. u. II. (50 cbm).

Gang des Versuchs.

Vorbereitungen.

Luftentnahme (75 l in Salpeterfilter).

Staubentnahme.

Verteilung der Desinfectionsproben:

7 Agarschalen mit ausgewachsenen Bacterienculturen.

8 Schreibpapierkapseln,

13 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden. (6 der letzteren kamen in ein Wattebett, welches so hergestellt wurde, dass 1 cm dicke Watteschichten in quadratischer Form von 30 cm Seitenlänge locker aufeinander geschichtet wurden; die Kapseln wurden zwischen den Schichten verteilt und zwar derart, dass sie immer im Mittelpunkt der Quadrate lagen; s. Tabelle.)

2 weisse Mäuse in einem Drahtkorb.

Desinfection.

Temperatur 10°. Der Apparat wird mit 250 ccm Formochlorol (französisches Präparat = 40%iges schon mit Chlor-

*) Verunreinigung: es wuchs ein beweglicher (Diplo-)Coccus.

calcium versetztes Formalin) und 750 ccm Wasser gefüllt. — Über das Anheizen des Apparates s. Versuch I. u. II.

Nach 3 Min. beginnt das Manometer zu steigen,
„ 9 „ ist der Druck von 1,
„ 13 „ ist der Druck von 2 und
„ 15 „ ist der Druck von 3 Atmosphären erreicht.

Der Ventilhahn wird geöffnet. Bei fortgesetzter Heizung strömt das Gas unter 2,2—2,5 Atm. Druck aus, welcher allmählich bis auf 1,8 Atm. sinkt.

50 Min. nach Beginn wird die Flamme ausgelöscht (2 Min. später ist das Manometer auf 0 zurückgegangen.

Das Zimmer wird nach 20½ Std. geöffnet. Temperatur 11°.
Luftentnahme (durch die Thürspalte),
Staubentnahme,
Einsammeln der Schalen und Kapseln.

Der Formalingeruch ist nicht sehr stark. Der Apparat enthält noch 380 ccm Flüssigkeit von minimalem Formaldehydgeruch.

Desinfections-Resultate.

Luftuntersuchung (wie Versuch I u. II.)

Vor der Desinfection enthielten 75 l Luft 53 Bakterien u. 18 Schimmelpilze*) (Controlfilter 3 B. u. 2 S.).

Nach der Desinfection enthielten 75 l Luft 3 Bacterien u. 0 Schimmelpilze (Contolfilter 1 B. u. 1 S.).

Wandstaub.

Agarschale.

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	2 B. — 0 S.	33 B. — 2 S.	33 B. — 2 S.
nach der Desinfection	1 B. — 0 S.	1 B. — 0 S.	1 B. — 0 S.

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	7 B. — 5 S.	8 B. — 10 S.	8 B. — 10 S.
nach der Desinfection	0 B. — 1 S.	0 B. — 1 S.	0 B. — 1 S.

*) Der geringe Keimgehalt des Zimmers (53 B. — 18 S.) ist auf die mehrfachen Desinfectionen desselben zurückzuführen. — Dass es überhaupt

Bodenstaub.

Agarschale.

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	331 Col.	620 Col.	alles überwachsen
nach der Desinfection	2 B. — 0 S.	2 B. — 0 S.	2 B. — 0 S.

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	281 Col. Schimmelüberzug	alles mit Schimmel überwachsen	
nach der Desinfection	1 B. — 0 S.	1 B. — 0 S.	1 B. — 0 S.

Die 7 Schalen mit ausgewachsenen Culturen.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfäh. i. Bouill.
Prodigiosus	Balconthürklinke. 1/3 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Sarcina flava	Leiste Ausgangsthürwand. 1/3 Zimmerhöhe	0 „ „ „
Staph. pyog. alb.	Fussboden Ausgangsthürwand	0 „ „ „
Bact. coli	Fussboden Ausgangsthürwand	0 „ „ „
Milzbrand (Sporen)	Leiste Lampe-Zimmerecke. 2/3 Zimmerhöhe	+ nach 1 Tag
Friedländer	Leiste Ofen-Zimmerecke. 1/2 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen
Typhus	Fussboden Eingangsthürwand	0 „ „ „

Die 8 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Milzbrand (Sporen)	frei in der Rocktasche	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
„	auf Tisch	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen

wieder Keime enthielt, erklärt sich daraus, dass es als Durchgang zum Wäscheboden sehr häufig betreten wurde.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	im Agarröhrchen
Prodigiosus	Leiste Ausgangsthürwand. 1/2 Zimmerh.	0 „ „ „	0 „ „ „
„	frei in der Rocktasche	0 „ „ „	0 „ „ „
Staph. alb.	in Flanell eingewickelt in der Rocktasche	+ nach 7 Tagen	+ nach 1 Tag
„	Leiste Ausgangsthürwand. 1/2 Zimmerh.	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Typhus	Leiste Ofen-Eingangsthür. 1/2 Zimmerhöhe	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Leiste Ofen-Zimmerecke. 1/2 Zimmerh.	0 „ „ „	0 „ „ „

Die 13 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	im Agarröhrchen
Milzbrand (Sporen)	in Flanell eingewickelt in der Rocktasche	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
„	Leiste Lampe-Zimmerecke. 2/3 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Prodigiosus	im Ofen. Tischhöhe.	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Leiste Lampe-Zimmerecke. 2/3 Zimmerh.	0 „ „ „	0 „ „ „
Staph. alb.	in Flanell in der Rocktasche.	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
„	Leiste Ofen-Ausgangsthür. 1/2 Zimmerhöhe	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Typhus	auf Tisch	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Tisch i. Wattebett*) 1 cm tief	0 „ „ „	0 „ „ „
„	2 cm tief	0 „ „ „	0 „ „ „
„	4 „ „	0 „ „ „	0 „ „ „
„	6 „ „	0 „ „ „	0 „ „ „
„	8 „ „	0 „ „ „	0 „ „ „
„	10 „ „	0 „ „ „	0 „ „ „

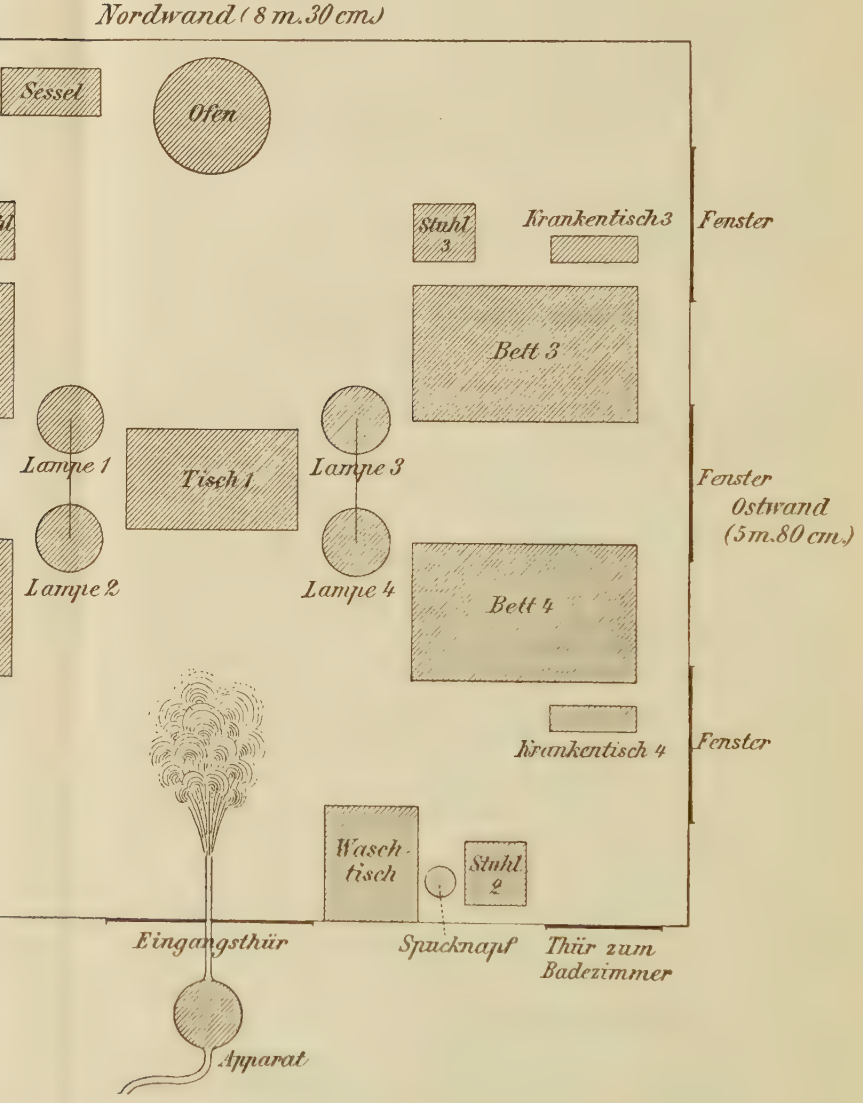
Die zwei weissen Mäuse lebten.

*) Die Watte war sehr locker geschichtet. Das Gas hatte von allen Seiten freien Zutritt.

Versuch IV.

Saal für 4 Kranke im Isolierhaus der medicinischen Klinik.*)
5 cbm. Höhe: 4 m 25 cm; Breite: 8 m 30 cm; Tiefe: 5 m 80 m.

Situationsplan.



gestattet, den Directoren der medizinischen Klinik und Poliklinik, Herrn Geh.-Rat für die liebenswürdige Überlassung der Räume meinen besten Dank auszusprechen.

Der Fussboden ist mit Fliessen belegt, Decke und Wände sind mit Ölanstrich versehen.

Die Ostwand enthält 3 Fenster, die Westwand 2 Fenster und eine Glasthür, die Südwand die Eingangsthür und Thür zum Badezimmer.

Im Saal befinden sich: 4 Betten, 4 Krankentische, 2 Tische, 3 Stühle, ein Sessel, Waschtisch, Ofen, Wandschrank, Spucknapf und 4 von der Decke herabhängende Gaslampen ($2^1/_4$ m über dem Fussboden).

Gang des Versuchs.

Vorbereitungen.

Es werden im Saale verteilt, in verschiedener Höhe und unter verschiedenen Bedingungen (frei, im Tisch, unter einer wollenen Decke, in Anzügen etc., s. Tabellen):

20 Schalen zur Prüfung der Entwicklungshemmung,
48 Schalen mit ausgewachsenen Culturen,
10 Schalen mit je 2 Fäden,
10 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden,
10 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden,
1 Schale mit ausgetrocknetem tuberculösem Sputum,
1 Schale mit feuchtem tuberculösem Sputum,
1 Stück Leinwand, in welche tuberculöses Sputum mit einem Glasstab eingerieben war (das Sputum wimmelte von Tuberkelbacillen),
2 Schalen mit Gelatine.

Desinfection.

Temp. 10°. Thüren und Fenster werden fest verschlossen, alle Ritzen und Öffnungen verstopft. Das Rohr des Apparates wird von aussen durch das Schlüsselloch der Eingangsthür eingeführt.

Der Apparat wird mit 1 l Formochlorol (s. Versuch III.) und ca. 250 ccm Wasser gefüllt. — Die Heizung erfolgt mit Gas, das aus dem nebenliegenden Badezimmer hergeleitet wird. Sobald die Flamme angezündet ist, steigt das Manometer nach 3 Minuten.

Nach 10 Min. ist der Druck von 1,
„ 15 „ ist der Druck von 2 und
„ 18 „ ist der Druck von 3 Atmosphären erreicht.

Der Ventilhahn wird geöffnet und das Gas strömt unter einem Druck von 1,8—2,2 Atmosphären aus. Nach 35 Min. beginnt das Manometer zu sinken.

50 Min. nach Beginn der Desinfection wird die Flamme ausgelöscht (nach 3 Min. zeigt das Manometer 0 Atm.). — Von aussen konnte man durch das Fenster wahrnehmen, wie die Dämpfe wolkenartig aus dem Rohre ausströmten durch etwa $^2/_3$ des Zimmers und sich dann in die Höhe erhoben.

Der Saal wird nach 19 $^1/_2$ Std. geöffnet. Der Formalingeruch ist sehr stark reizend; nach Öffnen der Fenster werden die Objecte eingesammelt. Temp. 13 °. — Der Apparat enthält noch 690 ccm Flüssigkeit von ganz schwachem Formaldehydgeruch.

Desinfections-Resultate.

Die 20 Schalen zur Prüfung der Entwicklungshemmung.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit
Typhus	in Krankentisch 4	+ nach 2 Tagen
„	auf Waschtisch	0 nach 14 Tagen
Kieler	auf Bett 1	0 „ „ „
„	Fussboden unter dicker wollener Decke	+ nach 1 Tag
Staph. pyog. aur.	über dem Waschtisch 1 $^1/_2$ m hoch	0 nach 14 Tagen
„	Fussboden Badezimmerthür	0 „ „ „
Pyocyaneus	„	0 „ „ „
„	auf Bett 3	0 „ „ „
Milzbrand (keine Spor.)	auf Tisch 1	0 „ „ „
„	Fussboden Zimmerecke Nord-Ost	0 „ „ „
Prodigiosus	in Krankentisch 2	+ nach 2 Tagen
„	auf Bett 3	0 nach 14 Tagen
Cholera	im offenen Wandschrank 1 $^1/_2$ m	0 „ „ „
„	Tischabsatz Krankent. 4	0 „ „ „

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit
Hefe	auf Bett 3	0 nach 14 Tagen
„	auf Krankentisch 1	0 „ „ „
Heubacillus (keine Spor.)	auf Ofen	0 „ „ „
„	auf Bett 3	0 „ „ „
Staph. pyog. alb.	auf Krankentisch 3	0 „ „ „
„	auf Krankentisch 2	0 „ „ „

Die 48 Agarschalen mit ausgewachsenen Bacterien.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon
B. Zopfii	auf Sessel	0 nach 14 Tagen
„	auf Stuhl 1	0 „ „ „
B. coli	auf Bett 1 (1 m hoch)	0 „ „ „
„	Fussboden unter dicker wollener Decke	+ nach 1 Tag
Wernicke 2	auf Tisch 1	0 nach 14 Tagen
Blaue Milch	Fussboden unter Bett 2	0 „ „ „
Megatherium	auf Stuhl 2	0 „ „ „
„	Fussboden unter dicker wollener Decke	+ nach 2 Tagen
Cholera	auf Lampe 1 (2¼ m)	0 nach 14 Tagen
„	auf Bett 2	0 „ „ „
Pyocyaneus	Fussboden unter Bett 3	0 „ „ „
„	auf Stuhl 2	0 „ „ „
Tetragenus	Fussboden unter dicker wollener Decke	+ nach 2 Tagen
„	auf Tisch 1	0 nach 14 Tagen
Staph. pyog. aur.	Fussboden Zimmerecke Nord-Ost	0 „ „ „
„	auf Bett 3	0 „ „ „
„	üb. d. Waschtisch (1½ m)	0 „ „ „
„	auf Waschtisch (1 m)	0 „ „ „
Zenker	auf Tisch 2	0 „ „ „

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon
Zenker	auf Bett 4	0 nach 14 Tagen
Hefe	Fussbdn. Badezimmerthür	0 „ „ „
„	unter dem Ofen	0 „ „ „
Kieler	auf Bett 3	0 „ „ „
„	auf Stuhl 3	0 „ „ „
Staph. pyog. alb.	auf Lampe 3 (2¼ m)	0 „ „ „
„	auf Tisch 1	0 „ „ „
Finckler	auf Stuhl 1	0 „ „ „
„	auf Bett 4	0 „ „ „
Prot. vulg.	unter dem Ofen	0 „ „ „
„	auf Bett 2	0 „ „ „
Typhus	auf Sessel	0 „ „ „
„	auf Lampe 2 (2¼ m)	0 „ „ „
Soor	auf Lampe 4 (2¼ m)	0 „ „ „
„	unter Bett 4	0 „ „ „
Milchsäure	in Krankentisch 3	+ nach 1 Tag
„	in Krankentisch 2	+ „ „ „
Rubidus	auf Tisch 1	0 nach 14 Tagen
„	auf Tisch 2	0 „ „ „
Kapselbac.	auf Sessel	0 „ „ „
„	auf Tisch 2	0 „ „ „
Mäusetyphus	Fussbdn. Badezimmerthür	0 „ „ „
„	in Krankentisch 2	+ nach 1 Tag
Milzbrand (Sporen)	auf Waschtisch	+ „ „ „
„	Fussboden Zimmerecke Nord-Ost	+ nach 2 Tagen
Typhus	auf Tisch 1	0 nach 14 Tagen
„	auf Tisch 2	0 „ „ „
Prodigiosus	in Krankentisch 2	+ nach 2 Tagen
„	auf Stuhl 2	0 nach 14 Tagen

Die 10 Schalen mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Diphtherie	auf Krankentisch 1	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	Tischabsatz Krankentisch 3	0 „ „ „	0 „ „ „
Typhus	auf Krankentisch 1	0 „ „ „	0 „ „ „
„	auf Krankentisch 4	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	auf Bett 1	0 „ „ „	0 „ „ „
„	auf Tisch 1	0 „ „ „	0 „ „ „
Milzbrand (Sporen)	in Krankentisch 1	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
„	Fussboden unt. Bett 2	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
Staph. alb.	Fussboden unt. Sessel	0 „ „ „	0 „ „ „
„	auf Bett 4	0 „ „ „	0 „ „ „

Die 10 Schreibpapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Diphtherie	in einer Falte d. Sessels	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	auf Krankentisch 1	0 „ „ „	0 „ „ „
Typhus	auf Bett 1	0 „ „ „	0 „ „ „
„	in einer an Lampe 1 hängenden Hose	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	in einem an Lampe 4 hängenden Rock	0 „ „ „	0 „ „ „
„	in Watte eingewickelt tief im Bett	+ nach 2 Tagen	+ nach 2 Tagen
Milzbrand (Sporen)	auf Bett 1	0 nach 14 Tagen	+ „ 4 „
„	in einem an Lampe 2 hängenden Rock	0 „ „ „	0 nach 14 Tagen
Staph. alb.	in Krankentisch 1	+ nach 4 Tagen	+ nach 2 Tagen
„	Fussboden unt. dicker wollener Decke	+ „ 2 „	+ „ „ „

Die 10 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Diphtherie	in zusammengeklappt. Pantoffeln unter Bett 1	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	im offenen Wandschrank (1½ m)	0 „ „ „	0 „ „ „
Typhus	auf Bett 2	0 „ „ „	0 „ „ „
„	in einer Falte des Sessels	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	in einer an Lampe 3 hängenden Hose	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Fussboden am Ofen	0 „ „ „	0 „ „ „
Milzbrand (Sporen)	unter Bettdecke 2	+ nach 1 Tag	+ nach 1 Tag
„	auf Bett 3	+ nach 10 Tagen	+ nach 7 Tagen
Staph. alb.	am Ofen (1 m hoch)	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	in einer Falte des Sessels	0 „ „ „	0 „ „ „

Die Schale mit ausgetrocknetem tuberkulösem Sputum stand im Spucknapf (zwischen Waschtisch und Badezimmerthür, s. Skizze S. 88) sehr geschützt. — Das Sputum wurde mit sterilem Wasser gelöst und einem Meerschweinchen in eine Tasche der Bauchhaut eingebracht.

Das Meerschweinchen ist nach 5 Wochen völlig gesund.

Die Schale mit feuchtem tuberkulösem Sputum stand auf dem Fussboden unter dem Sessel.

Das damit (ebenso wie oben) geimpfte Meerschweinchen zeigt nach 5 Wochen keine Erscheinungen der Tuberkulose.

Von dem mit tuberkulösem Sputum eingeriebenen Leinenstück, placiert auf Tisch 2, wird ein kleiner Teil einem Meerschweinchen (wie oben) beigebracht. Dasselbe bleibt 5 Wochen gesund.

Die Gelatine (in 2 den Dämpfen auf Tisch 1 ausgesetzten Schalen) erweist sich als lederartig, trocken und ist durch Hitze nicht mehr zu verflüssigen. — Agar ist noch zu verflüssigen und zeigt an einzelnen Stellen Kryställchen (s. Anm. S. 60).

Gelatine wie Agar werden durch die Formaldehyddämpfe in der Weise verändert, dass auf ihnen kein Bacterienwachstum mehr möglich ist. (S. die Schalen zur Entwicklungshemmung in den Vers.)

Versuch V.

Begonnen am 19. Mai 1897. Zimmer wie bei Versuch I., II., III. (50 cbm). In diesem Versuch sollten möglichst praktische Verhältnisse hergestellt werden.

Vorbereitungen.

Es werden im Zimmer verteilt:

4 Schalen mit Eiter (teils an Leinwandläppchen angetrocknet, teils feucht auf Leinwand gestrichen; in den Eiter wird noch eine Staph. aur. Reincultur hineingemengt).

4 Schalen mit Diphtheriemembran (trocken u. feucht an Läppchen; sie enthält Diphtheriebacillen, den staph. aur. u. alb.).

2 Schalen mit Cholerastuhl (feucht, hergestellt durch Mischen einer Cholerareincultur mit sterilisirten faeces).

4 Schalen mit Typhusstuhl (trocken und feucht an Läppchen, hergestellt wie der Cholerastuhl).

3 Schalen mit Pneumoniesputum (in Schalen angetrocknet und feucht und an Läppchen getrocknet; es enthält den Diplococcus Fraenkeli und mannigfache andere Bacterien).

3 Schalen mit Tuberculosesputum (angewandt wie Pneumoniesputum).

Desinfection.

Temp. 15°. Der Apparat wird mit 250 ccm Formochlorol und 750 ccm Wasser gefüllt.

3 Min. nach dem Anheizen steigt das Manometer;

9 „ nach dem Anheizen ist der Druck von 1,

15 „ nach dem Anheizen ist der Druck von 3 Atm. vorhanden; nach Öffnen des Ventils strömt das Gas unter einem Druck von 2—2,2 Atmosphären aus; der Druck sinkt allmählich auf 1,6 Atmosphären. 1 Stunde nach Beginn wird die Flamme verlöscht (nach 2 Min. steht das Manometer auf 0).

Nach 24 Std. wird der Raum geöffnet. Temp. 16°. Die Objecte werden eingesammelt. Im Apparat finden sich noch 125 ccm kaum riechender Flüssigkeit.

Desinfections-Resultate.

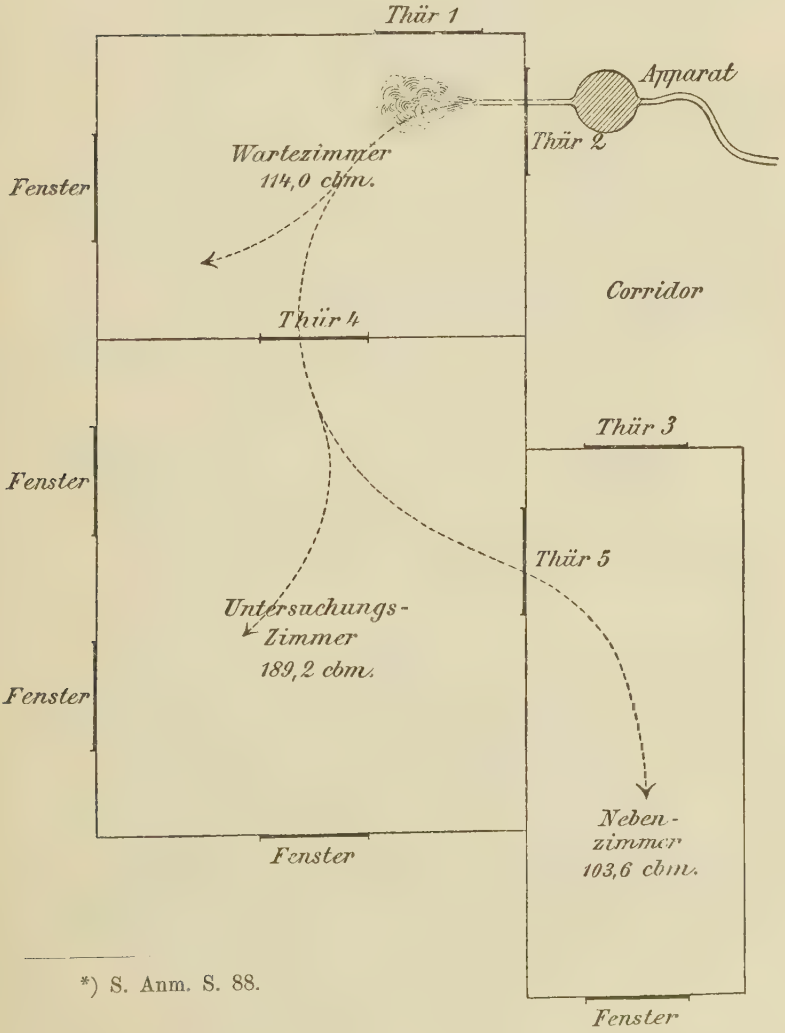
Die Läppchen werden in Bouillon gebracht. Mit dem Tuberculosesputum werden 3 Meerschweinchen geimpft; ausserdem werden von dem Tuberculose- und Pneumoniesputum noch Agarabstrichpräparate gemacht, um die Lebensfähigkeit der nicht specifischen Sputumbacillen zu prüfen.

Name	Aufenthaltsort	Art der Abimpfung	Lebensfähigkeit
Eiter trock. an Läppchen	im Ofen (Tischhöhe)	Bouillon	0 nach 14 Tagen
„	Leiste Lampe-Zimmerecke. $^2/_3$ Zimmerhöhe	„	0 „ „ „
Eiter feucht an Läppchen	Fussboden Eingangsthür	„	0 „ „ „
„	Leiste Ausgangsthürwand. $^1/_2$ Zimmerhöhe	„	0 „ „ „
Diphtheriemembran trock. an Läppchen	Balconthürklinke. $^1/_2$ Zimmerhöhe	„	nach 1 Tag wuchs der staph. aureus und albus
„	auf Stuhl	„	
Diphtheriemembran feucht an Läppchen	Leiste Lampe-Zimmerecke. $^2/_3$ Zimmerhöhe	„	0 nach 14 Tagen
„	Fussbdn. Zimmerecke	„	0 „ „ „
Cholerastuhl feucht an Läppchen	Fussboden an Eingangsthür	Peptonwasser	0 „ „ „ nicht beweisend, denn d. Controlprob. waren ebenfalls abgestorben
„	auf Ofen. $^1/_2$ Zmmh.	„	
Typhusstuhl trock. an Läppchen	Fussboden Ausgangsthür	Bouillon	0 nach 14 Tagen
„	auf Ofen. $^1/_2$ Zmmh.	„	0 „ „ „
Typhusstuhl feucht an Läppchen	auf Tisch	„	0 „ „ „
„	Fussbd. an Balconthür	„	0 „ „ „
Pneumoniesputum trocken in dicker Schicht in 1 Schale	Fussboden an Ausgangsthür	Agar	nach 4 Tgn. wuchs ein sporentragend. bewegl. Stäbchen
Pneumoniesputum trock. an Läppchen	Leiste Ofen-Zimmerecke. $^1/_2$ Zimmerh.	Bouillon	0 nach 14 Tagen
Pneumoniesputum feucht in dicker Schicht in 1 Schale	auf Stuhl	Agar	0 „ „ „
Tuberculosesputum trocken in dicker Schicht in 1 Schale	Leiste Ausgangsthür $^1/_2$ Zimmerhöhe	Agar	0 „ „ „
		Meerschweinchen	nach 5 Wochen keine Reaction
Tuberculosesputum trock. an Läppchen	auf Tisch	Meerschweinchen	nach 5 Wochen keine Reaction
Tuberculosesputum feucht in dicker Schicht in 1 Schale	Leiste Ofen-Zimmerecke. $^1/_2$ Zimmerhöhe	Meerschweinchen	nach 5 Wochen keine Reaktion
		Agar	0 nach 14 Tagen

Versuch VI.

Begonnen am 29. Mai 1897. Medicinische Poliklinik.*) 3 Zimmer. Gesamtinhalt 406,8 cbm. Wartezimmer: Breite 4 m, Länge 5 m 70 cm, Höhe 5 m = 114,0 cbm. Untersuchungszimmer: Breite 5 m 70 cm, Länge 6 m 64 cm, Höhe 5 m = 189,2 cbm. Nebenzimmer: Breite 2 m 92 cm, Länge 7 m 10 cm, Höhe 5 m = 103,6 cbm.

Situationsplan.



*) S. Anm. S. 88.

Die äusseren Thüren 1, 2, 3 sind fest verschlossen und verstopft; die Dämpfe werden durch Thür 2 hineingeleitet.

Die Verbindungsthüren 4 und 5 sind weit geöffnet, die Fenster dicht geschlossen. — Die Objecte sind in den 3 Zimmern verteilt, alle frei, den Dämpfen direct zugänglich.

Vorbereitungen.

Luftentnahme in allen 3 Zimmern.

a) morgens 8 Uhr, ehe die Kranken kamen;

b) mittags 1½ Uhr, nachdem die Kranken (ca. 30—40) die Räume verlassen hatten.

Es wurden je 100 l Luft mit Petri'scher Luftpumpe durch ein Doppelsandfilter (*Petri*) in 10—12 Min. gesaugt.

Staubentnahme oben von den Thüren des Warte- und Untersuchungszimmers.

Verteilung der Objecte (Herstellung wie in Versuch V):

5 Schalen mit Eiter,
5 Schalen mit Diphtheriemembran,
5 Schalen mit Typhusstuhl,
3 Schalen mit Tuberculosesputum (in Schalen angetrocknet und feucht und an Läppchen getrocknet),
2 Schalen mit Gelatine, die durch Fuchsin rot gefärbt ist,
2 Schalen mit Seidenfäden, die in Fuchsinlösung gefärbt sind

} um an der Farbenveränderung die Verbreitungsweise der Dämpfe feststellen zu können (s. S. 49, Anmerk.)

10 Fliesspapier-Kapseln mit je 2 Fäden.

Desinfection.

Temp. 16°. Der Apparat wird 2× in Gang gesetzt, mit je einem Liter Formochlorol gefüllt. Denn es sollen (nach der Vorschrift Trillats) auf 200 cbm 1000 ccm, also auf die 400 cbm in unserem Versuch 2000 ccm Formalin verbraucht werden; der Apparat fasst jedoch nur 1800 ccm.

1. Füllen mit 1 l Formochlorol. Anzünden der Flamme. Nach 16 Min. ist der Druck von 3 Atm. erreicht: der Ventilhahn wird geöffnet.

Nach einer Stunde wird die Flamme ausgelöscht.

II. Zu der geringen Menge Flüssigkeit, welche der Apparat noch enthält, wird ein weiteres Liter Formochlorol zugesetzt.

Die Flamme wird wieder angezündet und nach 13 Min. (bei einem Druck von 3 Atm.) der Ventilhahn geöffnet. Diesmal wird der Versuch nach 3/4 Std. unterbrochen, da das Manometer stark hin und herschwankt und lautes Zischen zu hören ist.

Von aussen durch die Fenster hindurch sieht man das Zimmer mit weissen Dämpfen angefüllt.

Die Räume werden nach 18 Stunden geöffnet. Temp. 16°.

Luftentnahme (100 l in Salpeterfilter durch die Thürspalte des Wartezimmers).

Staubentnahme aus dem Mittelzimmer.

Öffnen aller Fenster. Einsammeln der Schalen. — Während des ganzen Vormittags ist noch ein schwacher Formalingeruch in den Räumen wahrzunehmen. — Der Apparat enthält noch 450 ccm Flüssigkeit von minimalem Geruch. Es sind also 1550 ccm Formochlorol verdampft.

Desinfections-Resultate.

Luftuntersuchung.

Vor der Desinfection finden sich in 100 ccm Luft folgende Keime:

Im Wartezimmer

	auf Sandfilter gezählt	auf Salpeterfilter umgerechnet*)
morgens 8 Uhr	115 B. — 26 S. (Control. 6 — 2)	268 B. — 61 S.
mittags 1½ Uhr	217 B. — 46 S. (Control. 13 — 6)	506 B. — 107 S.

*) Das Verhältnis der zählbaren Colonieen auf einer Sandgelatineplatte und einer Salpetergelatineplatte, die mit gleichen Mengen Bacterien inficiert sind, ist gleich 3 : 7 (s. S. 75).

Im Untersuchungszimmer

	auf Sandfilter gezählt	auf Salpeterfilter umgerechnet
morgens 8 Uhr	195 B. — 37 S. (Control. 12 — 1)	455 B. — 86 S.
mittags 1½ Uhr	207 B. — 35 S. (Control. 12 — 4)	483 B. — 82 S.

Im Nebenzimmer

	auf Sandfilter gezählt	auf Salpeterfilter umgerechnet
morgens 8 Uhr	81 B. — 22 S. (Control. 14 — 4)	189 B. — 51 S.
mittags 1½ Uhr	231 B. — 82 S. (Control. 10 — 2)	539 B. — 191 S.

Es findet sich also, veranlasst durch das Kommen und Gehen der Kranken, eine Erhöhung des Keimgehaltes der Luft:

im Wartezimmer auf das Doppelte und

im Nebenzimmer auf das 3 fache;

im Untersuchungszimmer sind die Keime kaum vermehrt.

Hier war eine Lüftung vorgenommen worden.

Die nach der Desinfection in Salpeterfilter entnommene Luftprobe enthielt

6 Bacterien und 3 Schimmelpilze (Controllfilter 4 B. — 1 S.).

Die Luft ist also völlig sterilisiert anzusehen.

Staubuntersuchung.

Von dem Staub, der mit sterilen Schwämmchen oben von den Thüren entnommen ist, werden Agar- und Gelatineschalen gegossen, ferner Traubenzuckeragar- und Gelatineröhren in hoher Schicht beschickt. — Unter einer Anzahl nicht näher bestimmter Bacterien fand sich der pyocyaneus, der staph. pyog. albus und der b. des malignen Oedems.

Zur Untersuchung auf Tuberkelbacillen wird eine Probe des Staubes 3 Kaninchen in die vordere Augenkammer und in die Bauchhöhle iniciert. — Der Nachweis der Tuberkelbacillen war nicht zu erbringen.

Kaninchen 1 stirbt intercurrent an Fränkelschen Diplococcen, das Auge zeigt phthisis bulbi nach Panophthalmie.

Kaninchen 2 bleibt ganz gesund.

Kaninchen 3 zeigte anfangs auf der Iris verdächtige Fleckchen, die sich jedoch bei weiterer Beobachtung nicht als tuberculös herausstellten.

Eine direct vor und eine direct nach der Desinfection entnommene Staubprobe unterscheiden sich in ihrem Keimgehalt wie folgt:

Agarschale.

	nach 1	2	4 Tagen
vor der Desinfection	unzählige kl. Col.; alles m. gr. Colonieen überwachsen	alles überwachsen	ebenso
nach der Desinfection	2 B. — 0 S.	alles von derselben Art überwachsen (bewegliches Stäbchen)	

Gelatineschale.

	nach 3	5	10 Tagen
vor der Desinfection	7430 Col. gr. u. kl. u. Schimmel	alles überwachsen	und verflüssigt
nach der Desinfection	1 B. — 1 S.	1 B. — 2 S.	1 B. — 2 S.

Die 4 Schalen mit Fuchsingelatine und -Fäden.

1 = Wartezimmer, 2 = Untersuchungszimmer, 3 = Nebenzimmer.

	Aufenth.-O.	
Fuchsin-gelatine	Zimmer 1 Bank	Die Farbe des Fuchsins ist nach der Desinfection dunkelviolett; die Gelatine ist unlösl. geworden. Die Formaldehyddämpfe haben also auch das äusserste Ende des Zimmers 3 erreicht.
„	Zimmer 2 Bett	
Fuchsin-faden	Zimmer 3 Bett*)	
„	Zimmer 2 Bett	

Die 10 Fliesspapierkapseln mit je 2 Fäden.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Milzbrand (Sporen)	Zimmer 2 Stuhl	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	Zimmer 3 Bett	+ nach 2 Tagen	0 „ „ „

*) Das Bett steht im äussersten Winkel des Zimmers 3.

Name	Aufenthaltsort	Lebensfähigkeit in Bouillon	Lebensfähigkeit im Agarröhrchen
Typhus	Zimmer 2 Bett	0 nach 14 Tagen	0 nach 14 Tagen
„	Zimmer 3 Bett	0 „ „ „	0 „ „ „
Staph. alb.	Zimmer 2 Bett	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Zimmer 1 Bank	0 „ „ „	0 „ „ „
Prodigiosus	Zimmer 1 Bank	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Zimmer 3 Stuhl	0 „ „ „	0 „ „ „
Pyocyaneus	Zimmer 2 Stuhl	0 „ „ „	0 „ „ „
„	Zimmer 1 Stuhl	0 „ „ „	0 „ „ „

Die übrigen 18 Schalen.

Name	Aufenthaltsort	Art der Abimpfung	Lebensfähigkeit
Eiter trocken an Läppchen	Zimmer 2 Bett	Bouillon	0 nach 14 Tagen
„	Zimmer 1 Bank	„	0 „ „ „
Eiter feucht an Läppchen	Zimmer 1 Stuhl	„	0 „ „ „
„	Zimmer 2 Bett	„	0 „ „ „
„	Zimmer 3 Stuhl	„	0 „ „ „
Diphtheriemembran trocken an Läppchen	Zimmer 1 Stuhl	„	0 „ „ „
„	Zimmer 2 Stuhl	„	0 „ „ „
Diphtheriemembran feucht an Läppchen	Zimmer 1 Stuhl	„	0 „ „ „
„	Zimmer 2 Stuhl	„	0 „ „ „
„	Zimmer 3 Stuhl	„	0 „ „ „
Typhusstuhl trocken an Läppchen	Zimmer 2 Bett	„	0 „ „ „
„	Zimmer 3 Bett	„	+ nach 1 Tag
Typhusstuhl feucht an Läppchen	Zimmer 1 Bank	„	0 nach 14 Tagen
„	Zimmer 2 Bett	„	0 „ „ „
„	Zimmer 3 Bett	„	0 „ „ „

Name	Aufenthaltsort	Art der Abimpfung	Lebensfähigkeit
Tuberculosesputum trocken in dicker Schicht in Schale	Zimmer 2 Bett	Agar	0 nach 14 Tagen
		Meerschweinchen	nach 5 Wochen gesund
Tuberculosesputum trocken an Läppchen	Zimmer 1 Bank	Meerschweinchen	nach 5 Wochen gesund
Tuberculosesputum feucht in dicker Schicht in Schale	Zimmer 3 Bett	Agar	+ nach 2 Tagen wächst ein bewegliches Stäbchen
		Meerschweinchen	nach 10 Tagen Andeutung v. Drüsenschwellung; nach 3 Wochen beiderseits mehrere erbsengr. Drüsen. Impfstelle tuberculös

Controltier: Nach 7 Tagen ist links eine deutliche Drüse nachzuweisen. Diese ist nach 14 Tagen erbsengross und nach nach 3 Wochen kirschgross. Impfstelle deutlich tuberculös.

Das kurze Gesamtresultat der 6 mit dem Trillat'schen Autoclaven angestellten Versuche ist (s. auch Tabelle S. 70):

1) *Es ist möglich, durch Verdampfen von 1 Liter 40 %igen Formochlorols auf 200 cbm Raum unter 3 Atmosphären Druck und einer Einwirkungsdauer der Dämpfe von 20 Stunden eine wirksame Oberflächendesinfection zu erzielen.*

2) *Benutzt man ein Formochlorol von geringerem Procentgehalt, so sind grössere Mengen, wie 1 Liter auf 200 cbm, zur Desinfection notwendig. (Vergl. Versuch I und II.)*

3) *Der Staub der Luft und der Wände ist leicht, der des Bodens schwieriger zu sterilisieren.*

4) *Wuchsformen der Bacterien werden frei und unter leichter Bedeckung (Schreib-, Fliesspapier, leichte Kleidungsstücke) mit Sicherheit abgetötet; fast ebenso sicher an Fäden angetrocknete Sporen; dagegen sind feuchte Sporen in Kultur sehr schwer zu vernichten.*

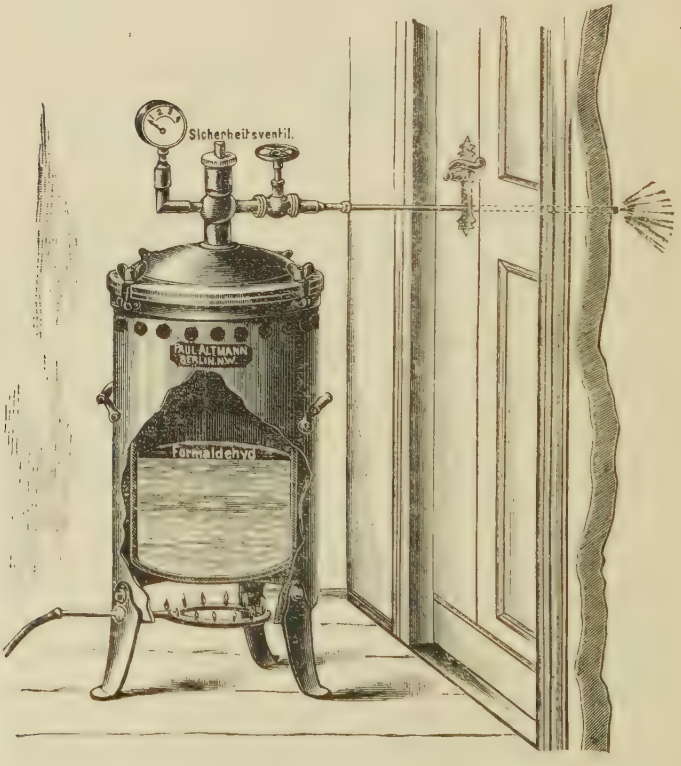
5) *Es macht für die Desinfection keinen Unterschied, ob die Proben auf dem Fussboden oder in irgend einer Zimmerhöhe angebracht sind.*

6) *Auf Bacterien, wie Sporen, welche tief verborgen (z. B. in einer wollenen Decke oder Tischschublade) sind, können die Formaldehyddämpfe nicht einwirken.*

7) *Die Wirkung der Dämpfe wird unsicher, wenn die Desinfectionsobjecte sehr weit entfernt sind (vergl. Milzbrand, Typhus und Tuberkulose in Versuch VI).*

8) *Die Versuche V und VI zeigen, dass die Formaldehyddesinfection, da man mit ihr Eiter, Faeces, Sputum sterilisieren kann, für die Praxis von grosser Bedeutung ist.*

(Betr. Einzelheiten siehe die Versuche).



Litteraturverzeichnis.

(Bei den Arbeiten, welche den Formaldehyd als Conservierungs- und therapeutisches Mittel behandeln, ist der Titel meist weggelassen).

1. *Abel*, „Über die Brauchbarkeit der von Schild angegebenen Formalinprobe zur Diagnose des Typhusbacillus". Centralbl. f. Bact. und Parasitenk. XVI, S. 1041.
2. *Adler*, Prager medicinische Wochenschr. 1896, 39.
3. *Alleger*, The Lanzet 1894, I, p. 1635.
4. *Altschul*, „Einige Mitteilungen aus der Litteratur über den Formaldehyd". Pharm. Centralhalle 1896, S. 185.
5. *Arndt*, s. diese Dissertation S. 40.
6. *Aronson*, „Über die antiseptischen Eigenschaften des Formaldehyds". Berliner klin. Wochenschr. 1892, S. 749.
7. — Über die antiseptischen Eigenschaften des polymerisierten Formaldehyds und die innerliche Anwendung desselben". Münch. med. Wochenschr. 1894, S. 239.
8. — „Über eine neue Methode zur Desinfection von grösseren Räumen mittels Formalin". Zeitschr. f. Hygiene u. Inf.-Krankheiten XXV, 1897, S. 168.
9. *Ascoli*, „Sul potere disinfettante della formalina". Giornale della R. Società italiana d'igiene. Anno XVI, 7.
10. *Barabaschew*, Westnik Oftalmologii d. St. Petersb. med. Wochenschr. 1895, 38.
11. *Badol-Oliver*, Therap. Gazette 1895, 7.
12. *Bardet*, „Étude sur les propriétés thérapeutiques et désinfectantes de la formaldéhyde ou formol". Bulletin général de Thérapeutique 1895, 128, p. 293.
13. — „De la désinfection par la production sur place de vapeurs de formaldehyde du formol". Bull. gén. de Thér. 1895, 128, p. 400 et 129, p. 141.
14. *Béchamp-Trillat*, Bull. de la société chimique de Paris. 1892, VII, p. 466 et 468.
15. *Belt*, Medical News 1896, 69, p. 265.
16. *Bergonzoli*, „La Formalina quale mezzo di conservazione e di indurimento di preparati anatomici". Bulletin scient. XVI.

17. *Berlioz*, „Étude sur la formaldéhyde". Dauphiné médic. Grenoble 1892, XVI. (Nouv. remèdes 1892, 100).
18. *Berlioz-Trillat*, „Sur les propriétés des vapeurs du formol ou aldéhyde formique". Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences 1892, 115, p. 290.
19. *F. Blum*, „Der Formaldehyd als Antisepticum". Münch. med. Wochenschrift. 1893, S. 601.
20. — „Der Formaldehyd als Härtungsmittel". Zeitschr. f. wissenschaftl. Microscopie 1893, X, S. 314.
21. — „Über Formaldehyd". Kritische Studie. Münch. med. Wochenschr. 1894, S. 475.
22. — „Wesen und Wert der Formolhärtung". Anatomischer Anzeiger 1896, XI, 23 u. 24.
23. *J. Blum*, „Formol als Conservierungsflüssigkeit". Zoolog. Anzeiger 1893, S. 450.
24. — „Erfahrungen mit der Formolconservierung". Berichte der Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. Frankfurt 1896, S. 285.
25. *Bohl*, Münch. med. Wochenschr. 1896, S. 889.
26. *Bokorny*, „Giftwirkung des Formaldehyds auf höhere Pflanzen". Habilit. Erlangen (Landwirtsch. Jahrbücher XXI, S. 455).
27. *Bordoni-Uffreduzzi*, „Über den Wert einiger für die Desinfection geschlossener Räume vorgeschlagener gasiger Desinfectionsmittel". (NH^3 u. Formalin). — Turin.
28. *Bosc*, „Essais de désinfection par les vapeurs de formaldéhyde au moyen des procédés de M. Trillat". (Montpellier). Annales de l'Insitut Pasteur 1896, p. 299.
29. *Brochet*, „Sur la production de l'aldéhyde formique gazeuse pure". Comptes rend. des séances de l'Ac. d. scienc. 1896, 122, p. 201.
30. *Brusset*, „Contribution à l'étude du formol". Thèse. Paris 1896.
31. *Buchner-Segall*, „Über gasförmige antiseptische Wirkungen des Chloroform, Formaldehyd, Creolin". Münch. med. Wochenschr. 1889, S. 341.
32. *de Buck-de Moor*, Therap. Wochenschr. 1896, 43,
33. *de Buck-Vanderlinden*, Annales et bull. Soc. méd. de Gand. 1882, sept.
34. — „Recherches bactériologiques sur la valeur de la formaline considérée comme antiseptique". Arch. de méd. expérimentale et d'anat. patholog. 1895, VII, p. 76.
35. *Burckhard*, „2 Beiträge zur Kenntniss der Formalinwirkung". Centralbl. f. Bakt. und Paras.-kunde XVIII, S. 257.
36. *Burghardt-Karewski*, Süddeutsche Apotheker-Zeitung 1897, 40.
37. *Cambier-Brochet*, „Sur la production de l'aldéhyde formique gazeuse destinée à la désinfection". Comptes rend. etc. 1894, 119, p. 607.
38. — „Appareil pur la production de l'aldéhyde formique gazeuse". Annales de Micrographie 1894, 10.

39. *Cambier-Brochet,* „Sur la désinfection des locaux par l'aldéhyde formique gazeuse". Ann. de Micrographie 1895, VII, p. 89.
40. *Cazal-Catrin,* „De la contagion par le livre". Annales de l'Inst. Pasteur 1895, p. 865.
41. *Cramer,* Vortrag im Heidelberger naturhist.-med. Verein.
42. *Chem. Fabrik auf Actien* (vorm. E. Schering), Prospect März 1893, ferner: „Weitere Mitteilungen über das Formalin". Pharmac. Zeitung 1894, S. 206.
43. *Claisse,* Ann. des maladies des org. gen.-urin. 1896, 1, 2.
44. *Classen,* Münch. med. Wochenschr. 1896, S. 1257.
45. *Cohn,* „Wirkung des Formalins auf pflanzliche Objecte". Botan. Centralblatt 57, 1.
46. — „Über Formaldehyd und seine Wirkungen auf Bacterien". Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1893. Bot. Section, S. 23.
46a. *J. Cohn,* Berl. klin. Wochenschr. 1897, S. 914.
47. *Crotte,* Comptes rend. de l'ac. 1895, 120, p. 1331.
48. *Cullen,* The Canadian Pract. 1895, p. 450.
49. *Cunningham,* „Catgutsterilisation". Wiener med. Presse 1895, 43.
50. *Dahrenstaedt,* Medical News 1896, 69, p. 184.
51. *le Dentu* (Paris) XII. internat. med. Congress Moskau 19.—26. Aug. 1897.
52. *Dieudonné,* „Eine einfache Vorrichtung zur Erzeugung von strömenden Formaldehyddämpfen für Desinfectionszwecke". Arb. aus dem Kais. Gesundh.-Amt XI, S. 534.
53. — Berl. tierärztl. Wschr. 1896, S. 62.
54. *Djurberg,* „Desinfectionsförsök med den Trillatska autoclaven". Sv. Läk. Sällsk. Förhandl. 1897 (hygien. Institut zu Stockholm).
55. *Doty,* „Formaldehyd als Desinficiens". New-York med. Journal 1897. (New-York).
56. *Draeer,* „Die im Laufe der letzten Jahre in Gebrauch gekommenen und wissenschaftlich geprüften chemischen Desinfectionsmittel". Hygien. Rundschau VI, S. 399 u. 451.
57. *Dubief-Thoinot,* Journal de Pharmacie et Chimie 1894, p. 505.
58. *Durig,* Anatomischer Anzeiger 1895, X, S. 659.
59. *Eberson,* Wiener ärztl. Central-Anzeiger 1897, IX, 26.
60. *Ehrlich,* „Eignet sich der Formaldehyd zur Conservierung von Nahrungsmitteln?". Würzburg 1895.
61. *Elsner,* „Überführen von Gelatine und Eiweiss in unlösliche Modifikationen. — Conservierende Wirkung des Formaldehyd". Dissertation Erlangen 1895.
62. *Englund-Nils,* „Om Formaldehydem". Stockholm 1895.
63. *Ermengem-Sugg,* „Recherches sur la valeur de la formaline à titre de désinfectant". Archives de pharmacodynamie 1894, I, fasc. 2—3.
63a. *Fairbank-Grawitz,* Therap. Monatsh. 1898, 3, S. 172.

64. *Fayollat,* „Essais de désinfection par les vapeurs de formol ou aldéhyde formique". Thèse 1895. Lyon.
65. *Fish,* Transact. Amer. Micr. Soc. XVII, 1896, S. 319.
66. *Flemming,* Münch. med. Wochenschrift 1896, S. 281.
67. *Flügge,* Jahresber. der schles. Ges. für vaterl. Kultur, 1893, Hyg. Stat., S. 41.
68. *Foley,* „Recherches sur la valeur comparative de quelques agents de désinfection (sublimé, aldéhyde formique, acide chlorhydrique"). Thèse. Lyon 1895.
69. *Foote-de Garmo,* Semaine médicale 1896, p. 482.
70. *Frank,* Deutsche Medicinal-Zeitung 1895, S. 942.
71. — „Weitere Mitteilungeu zur Cathetersterilisation". Berliner klin. Wschr. 1895, S. 966.
72. — Monatshefte für pract. Dermatologie 1896, XXIII.
73. *Frank-Lassar-Unna,* Münch. med. Wochenschr. 1895, S. 1090.
74. *Freymuth,* „Choleradesinfectionsversuche mit Formalin". Deutsche med. Wochensehr. 1894, S. 649.
75. *Fromagel,* Annales d'Oculistique févr. 1895.
76. *Funck,* „Sur la valeur bactériologique de la désinfection par l'autoclave formogène Trillat". Journ. méd. de Bruxelles 1897, 43 (Brüssel).
77. *Gage,* Micr. Bull. Sci. News XII, 1895, p. 4.
78. *Galibert,* „De la désinfection pratique par les vapeurs de formol". Thèse. Montpellier 1896.
79. *Gaylord,* Medical News 1895, 65, No. 17.
80. *Gegner,* „Über einige Wirkungen des Formaldehyds". Dissert. Erlangen 1893. (Münch. med Wschr. 1893, S. 599).
81. *Gemünd,* „Desinfectionsversuche mit der neuen Methode der Fabrik Schering: Vergasung von Formalinpastillen im Formalindesinfector". Münch. med. Wschr. 1897, S. 1439.
82. *Gepner,* Centralblatt der prakt. Augenheilkunde, Juni 1894.
83. *Gerota,* Intern. Monatsschr. f. Anat. und Physiologie 1896, XIII, S. 108.
84. *Gerson,* „Über Desinfection mit Formalin". Dissertation Würzburg 1895.
85. *Geuther,* „Die Einwirkung von Formaldehydlösungen auf Brandsporen". Berichte der pharmac. Gesellschaft V, S. 325.
86. *Gonin,* Allgem. med. Centralzeitung 1897, 37.
87. *Gonnet-Raczowski,* Journal de Pharm. et Chimie 1892, II, p. 453.
88. *Gottstein,* „Über Einwirkung der Dämpfe des Formaldehyds auf die Keimfähigkeit d. Pflanzensamen". Hygienische Rundschau IV, S. 776.
89. — „Formaldehydgelatine zur Conservierung von Nahrungsmitteln". Deutsche med. Wschr. 1896, S. 669.
90. — „Conservierung der Nahrungsmittel durch Formaldehyd". Deutsche med. Wschr. 1896, S. 797.
91. *Gumprecht,* Centralblatt für innere Medicin 1896, 30.

92. *de Haan*, „Formaldehyd als desinfectic-middel". Nederl. Tijdschr. v. Geneesk 1896, II, 16.
93 *Halban-Hlawacek*, „Formalin und Catgutsterilisation". Wiener klin. Wschr. 1896, 18.
94 *Hauser*, „Über Verwendung des Formalins zur Conservierung von Bacterienkulturen". Münch. med. Wochenschr. 1893, S. 567 u. 655.
95. *Heim*, „Formalin bei Nasenkrankheiten". Mittelfränk. Aerztetag in Erlangen 1897.
96. *Herrmann*, Anatomischer Anzeiger 1893, S. 112.
97. *Heydt*, Berl. tierärztl. Wochenschrift 1896, S. 318.
98. *Hoff*, Wiener ärztl. Centralanzeiger 1897, IX, 24.
99 *Hofmeister*, „Über Catgutsterilsation". Beiträge zur klin. Chirurgie 1896, XVI, 3.
100. *Holfert-Flinzelberg*, Pharmac. Gesellschaft Berlin, 1894, Aprilsitzung.
101. *Horton*, „The Disinfection of books by vapor of formalin". Medical News 1896, 69, S. 152.
102. *Howland*, Journal of cut. and ven. dis. June 96.
103. *Hoyer*, Anatomischer Anzeiger 1894, IX, S. 236, Ergänzungsheft.
104. *Jablin-Gonnet*, Journ. de Pharm. et Chimie 1892, II, 9.
105 *Jadassohn-Haurwitz*, Jahresber. der schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur. 1893. Hyg Stat. S. 41.
106. *Jäger*, Berichte der deutschen chem. Gesellschaft XXVIII, 3.
107. *Janet-Bouffard*, Annales des maladies des org. gen.-urin. 1896, 1, 2.
108. *Jean*, Journal d'hygiène 1892.
109. *Jess*, Berliner tierärztl. Wochenschrift 1896, 21 u. 35.
110. *Jona*, Rev. disc. med. XIV, 3 (Venedig).
111. *Jores*, Centralblatt f. allgem. Pathologie u. path. Anat. VII, 4.
112. *Jorissen*, Pharm. Centralhalle 1897, S. 898.
113. *Iwanoff*, „Zur Frage über das Eindringen der Formalindämpfe in die organischen Gewebe". Aus d. patholog. Institut Moskau 14. VI, 1897.
114. *Kellikot*, Transact. Amer Micr. Soc. XVII, 1896, S. 331.
115. *Kinyoun*, „Formaldehyde as a disinfecting and its practical application". Public health. 1897, 5.
116. *Kobert-Möller*, Görbersdorfer Veröffentlichungen I. Stuttgart 1898.
117. *Kopsch*, Anatomischer Anzeiger 1896, XI, 23 u. 24.
118. *Krabbel*, Zeitschr. f. Krankenpflege, Sept. 1896.
119. *Krause*, „Zur Kenntnis des Formaldehyds und der Barthel'schen Lampe zur Erzeugung desselben. Monatshefte für pract. Tierheilkunde VII, 5.
120. *Krauss*, Transact. Amer. Mic. Soc. 1896, XVII, S. 315.
121. *Krell-Barthel*, s. Diendonné 52.
122. *Krückmann*, „Eine Methode zur Herstellung bacteriologischer Museen und Conservierung von Bacterien". Centralbl. f. Bacteriol. und Par.-kunde XV, S. 851

123. *Lachi,* Monit. Zool. Ital. anno V, 1895, S. 15.
124. *Lamarque,* Rev. intern. de Méd. et Chir. pract. 1895, p. 441.
125. *Lanceraux,* Presse médic. 1896, 13.
126. *Lavagna,* Bulletin médic. 1895, 48.
127. *Lavdowsky,* Anatom. Hefte 1894, IV, S. 355.
128. *Lebbin,* Pharm. Zeitung 1897, 2.
129. *Leber,* „Härtung der Augen in Formol". Münch. med. Wschr. 1894, S. 605.
130. *Lebkowki,* Przeglad lekarski 1895, 20 u. 21.
131. *Lederle,* „Formaldehyd". New-York Medical Journal 1897. (New-York).
132. *Lehmann,* „Vorläufige Mitteilungen über die Desinfection von Kleidern, Lederwaaren, Bürsten und Scheeren mit Formaldehyd (Formalin"). Münch med. Wschr. 1893, S. 597.
133. *Leroy des Barres,* Journal de Pharm. et Chimie 1894, p. 505.
134. *Lewin,* „Über die desinficierenden Eigenschaften des Formaldehyds". Deutsche med. Wochenschr. 1895, S. 268.
135. *Liebreich,* „Formalin". Therap. Monatshefte 1893, S. 183.
136. *Loew,* „Physiologische Notizen über Formaldehyd". Jahresberichte für Tierchemie 1888, S. 272. (Münch. med. Wschr. 1888, S. 412).
137. *Longard-Beaucamp,* Ther. Monatshefte 1896, S. 557.
138. *Ludwig,* „Über die Eignung des Formaldehyds zur Conservierung von Nahrungsmitteln". Gutachten des obersten Sanitätsrats. Österreich. Sanitätswesen 1894, 28.
139. *Marcourt,* „Étude chimique d'un nouveau composé de l'antipyrine et de l'aldehyde formique = Formopyrine". Désiré Joseph 1895.
140. *Marcus.* Neurolog. Centralblatt XIV, 1895, S. 4.
141. *Marion,* Le Scalpel 1895, 47.
142. *Mariot,* „Contribution à l'étude du formol comme antiseptique". Thèse. Bordeaux 1893/94.
143. *Merkel,* „Über die Conservierung von Bacterienculturen durch Formalin". Münch. med. Wschr. 1894, S. 176.
144. — „Die Anwendung des Formalins auf Nahrungsmittel". Forschungsberichte über angew. Chemie. (Münch. med. Wochenschr. 1895, S. 827).
145. *Miquel,* „Contribution nouvelle à l'étude de la désinfection par les vapeurs d'aldéhyde formique". Annales de Micrographie 1894, p. 588
146. — „De la désinfection des poussières sèches des appartements". Annales de Micrographie 1894, p. 257 et p. 621. 1895, p 60.
147. *Nebelthau,* Aerztlicher Verein zu Marburg 1896/97.
148. *Nicolas,* Bibliographie anatomique 1895, p. 274.
149. *Nicolle,* Norm. médic. janvr. 1897. (Rouen).
150. *Niemann,* „Zur Desinfection von Wohnräumen mittels Formaldehyd. Deutsch. med. Wschr. 1896, S. 747. (Berlin).
151. *Noguès,* Annales des malad. des org. gen. urin. 1896, 9.

152. *Ohlmacher,* Med. News 1895, 16 febr.
153. *Oehmichen,* „Beiträge zur Desinfectionslehre". Arb. aus dem Kais. Ges.-Amt XI, 2.
154. *Olivier,* „Du formol en thérapeutique oculaire". Thèse. Bordeaux 1894.
155 *Oppler,* „Zur Sterilisation elastischer Catheter mittels Formaldehyddämpfen". Münch. med. Wschr. 1896, S. 1068.
156. *Orloff,* Archives russes de path., de méd. et de bactériologie. 1897, III. Fasc. 1. (russisch).
157. — Wratsch 1895.
158. *Orth,* „Über die Verwendung des Formaldehyds im pathologischen Institut zu Göttingen" Berliner klin. Wschr. 1896, S. 273 u. No. 13.
159. *Parker-Floyd,* Anatomischer Anzeiger 1895. 28. Sept.
160. *Penzig,* Zeitschr. für wissensch. Microscopie 1895, XII, S. 115.
160a. *Petruschky,* (Danzig) XVI. Congr. f. inn. Medicin in Wiesbaden.
161. *Pfuhl,* „Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Formaldehydgases zur Desinfection grösserer Räume. (Strassburg). Zschr. f. Hyg. u. Inf.-krkh. XXII, S. 339 u XXIV, S. 289.
162. *Philipp,* „Über die Desinfection von Wohnräumen durch Formaldehyd". Münch. med. Wschr. 1894, S. 926.
163. *Plenge,* Münch. med. Wochenschr. 1896, S. 71.
164. *Pohl,* Archiv für experimentelle Pathologie XXXI, 4.
165. *Pottevin,* „Recherches sur le pouvoir antiseptique de l'aldéhyde formique". Annales de l'Institut Pasteur 1894, p. 796.
166. *Reimar,* Fortschritte der Medicin 1894, XII, 20 u. 21.
167. *Richter,* Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1893. Hyg. Stat. S. 41.
168. *Rosenberg,* „Über Wirkungen des Formaldehyds in bisher nicht bekannten Lösungen". Deutsche med. Wochenschr. 1896, S. 626.
169. — „Über die Wirkungen des Formaldehyds im Holzin und Steriform". Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Kr. XXIV, 3, S. 488.
170. — „Zur Frage der Conservierung von Nahrungsmitteln mit Formaldehyd in verschiedenen Lösungen". Deutsche med. Wschr. 1896, S. 748.
171. *Roux-Trillat,* „Essais de désinfection par les vapeurs de Formaldéhyde. Annales de l'Inst. Pasteur 1896, p. 283 (Lyon).
172. *Rühmekorf,* Deutsche tierärztl. Wochenschr. 1896, 32.
173. *Saalfeld,* Therap. Monatshefte 1896, S. 634.
174. *Sadebeck,* siehe Cohn 45.
175. *Salter,* British. med. Journal 1896, S. 1863.
176. *Sanarelli,* Ann. de l'Inst. Pasteur 1897, October.
177. *Schab,* „Beitrag zur Desinfection von Leihbibliotheksbüchern". Centralbl. f. Bact. u. Par.-k. XXI, S. 141.
178. *Schäffer,* Festschr. zur Feier d. 50j. Jub. d. Ges. f. Geburtsh. und Gyn. in Berlin. Wien 1894.
179. *Schepilewski,* „Formaldehyd als Desinfectionsmittel". Dissertation. Petersburg 1895.

180. *Schild*, „Formalin zur Diagnose des Typhusbacillus“. Centralbl. für Bact. u. Parask. XIV, S. 717.
181. — „Eine Typhusepidemie mit nachweisbarer Entstehungsursache und die Diagnose des Typhusbacillus mittels Formalin“. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh XVI, S 378
182. *Schleich*, Therap. Monatshefte 1896, S. 608.
183. *Schmidt*, „Über die desodorierende Wirkung des Formaldehyd“. Pharm. Zeitung 1894, 6.
184. *Schmitt*, Revue médicale de l'Est 1893, 15 mai.
185. *Schuemacher*, Deutsche tierärztl. Wschr. 1896, 36 u 37.
186. *Sertz*, „Verhalten von Formalin gegen Eiweisskörper, Gelatine, Peptone etc.“ Dissertation. Erlangen 1895.
187. *Shewan*, „Formaldehyde or formol as a disinfectant for India“. Indian Med. Gaz. 1895, 9.
188. *Slater-Rideal*, „On formaldehyde as an Antiseptic“. The Lanzet 1894, I, p. 1004.
189. *Solger*, Untersuch. zur Naturlehre des Menschen XV, 5 u. 6.
190. *Stahl*, „Formalin“. Pharmac. Zeitung 1893, S. 173.
191. *Stavenhagen-Hinman*, Semaine médicale 1894, 65.
192. *Stephenson-Davidson*, Brit. med. Journal 1896, 18. u. 25. Januar.
193. *Strauss*, s. Valude 211.
194. *Strehl*, „Beiträge zur Desinfectionskraft des Formalins“. Centralbl. f. Bact. u. Par.-Kunde XIX, S. 785.
195. *Strong*, Anatom. Anzeiger 1895, X, S. 494.
196. *Strüver*, „Bestimmung des für Desinfectionszwecke mittels Lampen oder durch Formalin resp. Holzin erzeugten Formaldehyd“. Ztschr. f. Hyg. u. Inf.-Kr. XXV, S. 357
197. *Thomalla*, Therap. Monatshefte 1897, Januar.
198. *Thomson*, „Formaldehyd, sein Nachweis in der Milch und dessen Wert als Conservierungsmittel“. Chem. News 1895, 71, p. 247.
199. *Tiburtius-Wagenheuser-Wagner*, Berlin. tierärztl. Wschr. 1896, 35.
200. *Tollens*, „Über eine Lampe zur Herstellung von Formaldehyd“. Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. XXVIII, 3.
201. *Trétrôp*, Journal médical de Bruxelles I, 7.
202. *Trillat*, Bulletin de la société chimique 1890.
203. — „Sur les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde“. Compt. rend etc. 1892, 114, p. 1278.
204. — „Analyses qualitative et quantitative de la formaldéhyde“. Compt. rend. etc. 1893, 116, p. 891.
205. „Propriétés antiseptiques des vapeurs de formol (ou aldéhyde formique)“. Compt. rend. etc. 1894, 119, p. 563.
206. „Expériences de désinfection en grand par les vapeurs d'aldéhyde formique ou formol“. Revue d'hygiène 1895, p. 714, s. auch Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. XXVIII, 4.

207. *Trillat,* „Transformation de la solution de formaldéhyde en vapeurs pour la désinfection". Comptes rendus 1896, 122.
208. — „La Formaldéhyde et ses applications pour la désinfection des locaux contaminés". Paris (à carré édit.) 1896.
209. — Norm. médic. 1897, 1. Juni (Lille).
210. *Vaillard-Lémoine,* „Sur la désinfection par les vapeurs de formaldéhyde". Ann. de l'Inst. Pasteur 1896, p. 481 (Val-de-Grâce).
211. *Valude-Dubief-Amblard,* Semaine médic. 1893, p. 240, s. auch annales d'oculistique 1893, Juli.
212. *Vollmer,* „Über Formalin-Catgut". Zeitschr. f. Geb.-hülfe u. Gyn. 1895, 2.
213. *Vollmer-Kossmann,* „Über Formalin-Catgut". Centralbl. f. Gyn 1895, 46.
214. *Walter,* „Zur Bedeutung des Formalins, resp. Formaldehyds als Desinfectionsmittel". Zeitschr. f. Hyg. und Inf.-Kr. XXI, S 421.
215. — „Weitere Untersuchungen über Formaldehyd als Desinfectionsmittel". Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh. XXVI, S. 454.
215a *Walther-Schlossmann,* Berl. medic. Gesellschaft, 9 März 1898.
216 *Weigle-Merkel,* „Einwirkung des Formalins auf Nahrungsmittel". Apotheker-Zeitung 1895, S. 363.
217. *Wernicke,* s. diese Dissertation, S. 24, 27, 72.
218. *Weyland-Sahli,* Deutsche med. Wochenschr 1897, 1.
219 *Wieber,* „Desinfection durch Formaldehyddämpfe". Zeitschr. f. Medic.-Beamte 1897, 2.
220. *v. Winckel,* Allgem. medic. Centralzeitung 1894, Wien, S. 66.
221. *Wortmann-Bruns,* Botanische Zeitung 1894, 5.
222. *Zuntz-Aronson,* s. Aronson 6.
223. *Zwiback,* „La formaline comme désinfectant". Compte rendu de la soc. méd. du Caucase 1894.

Lebenslauf.

Ich, *Georg Otto Hess*, evangelisch-lutherischer Confession, wurde geboren am 27. Juni 1875 als Sohn des Professors *Edmund Hess* und seiner Ehefrau *Luise*, geb. *Wagner* zu Marburg i./H., woselbst ich die Vorschule von Ostern 1881—1884, das Gymnasium von Ostern 1884—1893 besuchte und das Zeugnis der Reife erhielt. Ich bezog sodann die Universität Marburg, um Medicin zu studieren und begab mich nach bestandenem tentamen physicum Ostern 1895 nach München, wo ich im Sommerhalbjahre zugleich meiner Militärpflicht als Einj.-Freiw. beim Kgl. Inf.-Leibregiment genügte. Ostern 1896 kehrte ich nach Marburg zurück, vollendete daselbst meine Studienzeit und beendete das medicinische Staatsexamen am 20 Januar 1898. Das examen rigorosum bestand ich am 26. Januar 1898. Seit dem 1. April dieses Jahres bin ich an der hiesigen medicinischen Klinik als Assistenzarzt thätig.

Meine academischen Lehrer waren:

in Marburg: *Ahlfeld, Gasser, Hess, v. Heusinger, Hüter †, Kohl, Korschelt, Kossel, Külz †, Küster, Lahs, Mannkopff, Marchand, Melde, A. Meyer, H. Meyer, Müller, Nebelthau, Ostmann, Sandmeyer, Saxer, E. Schmidt, Strahl, Tuczek, Uhthoff, Wernicke, Zumstein.*

In München: *Angerer, Bauer, Herzog, Posselt, Rieder, Schmidt, Seitz, Tappeiner, v. Winckel, v. Ziemssen.*

Allen diesen meinen Lehrern bin ich zu grossem Danke verpflichtet.